



PISA 2006: LE COMPETENZE DEI QUINDICENNI IN PIEMONTE A CONFRONTO CON LE REGIONI ITALIANE ED EUROPEE

a cura di
Luciano Abburrà, Silvana Mosca

116

L'IRES Piemonte è un ente di ricerca della Regione Piemonte, disciplinato dalla legge regionale 43/91. Pubblica una Relazione annuale sull'andamento socio-economico e territoriale della regione ed effettua analisi, sia congiunturali che di scenario, dei principali fenomeni socioeconomici e territoriali del Piemonte.

*Il documento in formato PDF è scaricabile dal sito www.ires.piemonte.it
La riproduzione parziale o totale di questo documento è consentita per scopi didattici, purché senza fine di lucro e con esplicita e integrale citazione della fonte.*

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

Angelo Pichierri, *Presidente*
Brunello Mantelli, *Vicepresidente*
Paolo Accusani di Retorto e Portanova, Antonio Buzzigoli, Maria Luigia Gioria,
Carmelo Inì, Roberto Ravello, Maurizio Ravidà, Giovanni Salerno

COMITATO SCIENTIFICO

Giorgio Brosio, *Presidente*
Giuseppe Berta, Cesare Emanuel, Adriana Luciano,
Mario Montinaro, Nicola Negri, Giovanni Ossola

COLLEGIO DEI REVISORI

Emanuele Davide Ruffino, *Presidente*
Fabrizio Allasia e Massimo Melone, *Membri effettivi*
Mario Marino e Liliana Maciariello, *Membri supplenti*

DIRETTORE

Marcello La Rosa

STAFF

Luciano Abburrà, Stefano Aimone, Enrico Allasino, Loredana Annaloro, Maria Teresa Avato,
Marco Bagliani, Davide Barella, Cristina Bargerò, Giorgio Bertolla, Paola Borrione, Antonino Bova, Laura Carovigno, Renato Cogno,
Luciana Conforti, Alberto Crescimanno, Alessandro Cunsolo, Elena Donati, Carlo Alberto Dondona, Fiorenzo Ferlaino, Vittorio Ferrero,
Filomena Gallo, Tommaso Garosci, Maria Inglese, Simone Landini, Antonio Larotonda, Eugenia Madonia, Maurizio Maggi,
Maria Cristina Migliore, Giuseppe Mosso, Carla Nanni, Daniela Nepote, Sylvie Occeili, Giovanna Perino, Santino Piazza,
Stefano Piperno, Sonia Pizzuto, Elena Poggio, Lucrezia Scalzotto, Filomena Tallarico, Giuseppe Virelli

©2008 IRES - Istituto di Ricerche Economico Sociali del Piemonte
via Nizza 18 - 10125 Torino - Tel. +39 011 6666411 - Fax +39 011 6696012
www.ires.piemonte.it

ISBN 978-88-87276-83-1



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e Ricerca*

MIUR USR Piemonte

Direttore Generale:
Francesco de Sanctis



IRES Piemonte

Presidente: Angelo Pichierri



Assessorato all'Istruzione
e Formazione Regione Piemonte

Assessore:
Giovanna Pentenero

Il presente volume contiene materiali estratti da due diversi rapporti di ricerca sui risultati dell'Indagine PISA 2006 relativamente al Piemonte.

In particolare i capitoli 1 e 2 e l'Appendice 1 sono estratti dal Rapporto *PISA 2006. Le competenze in scienze, lettura e matematica degli studenti quindicenni. I risultati del Piemonte* realizzato dall'INVALSI (disponibile sul sito <http://www.piemonte.istruzione.it>).

I capitoli 3 e 4 e le Appendici 2 e 3 fanno parte del Rapporto dell'IRES Piemonte – SISFORM, *PISA 2006: i risultati delle regioni italiane a confronto con l'Europa* (disponibile sul sito <http://www.sisform.piemonte.it/>).

Indice

Presentazione	1
Prefazione , Piero Cipollone (Presidente INVALSI)	3
1. PISA 2006: impianto teorico, disegno di ricerca, obiettivi e metodi , Bruno Losito (National Project Manager PISA 2006)	5
1.1 Le caratteristiche principali di PISA 2006	5
1.2 PISA e gli indicatori di qualità	11
1.3 Gli strumenti di rilevazione	12
1.4 Le prove PISA	13
2. La competenza scientifica degli studenti , Michela Mayer (INVALSI)	15
2.1 PISA 2006 e la “literacy scientifica”	15
2.2 La scala di rendimento nella <i>literacy</i> scientifica	19
2.3 I risultati nella scala complessiva di scienze in Piemonte e nei diversi paesi	21
2.4 Cosa gli studenti sanno fare: un’analisi dei risultati nelle diverse competenze	26
2.5 Cosa gli studenti sanno: conoscenza sulla scienza e ambiti disciplinari	32
2.6 Esempi di domande per le diverse competenze e difficoltà	33
PIOGGE ACIDE	34
Domanda 3: Piogge acide	34
Domanda 5: Piogge acide	35
EFFETTO SERRA	37
MARY MONTAGU	39
Domanda 2: MARY MONTAGU	39
Domanda 3: MARY MONTAGU	39
Domanda 4: MARY MONTAGU	40
Domanda 3: Il GRAND CANYON	42
2.7 In conclusione	42
Riferimenti bibliografici	43
3. Le disparità di risultati in PISA 2006: un confronto interregionale e internazionale , Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)	45
3.1 Presentazione	45
3.2 Le competenze in scienze	48
3.3 Le competenze in matematica	52
3.4 Le competenze in lettura	56
3.5 I risultati dell’Indagine PISA 2006 per indirizzi di studio	62
3.6 Conclusioni della comparazione delle performance fra regioni	65
4. Le competenze in scienze in PISA 2006: una prima esplorazione dei fattori esplicativi , Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)	67
4.1 Introduzione	67
4.2 La varianza dei risultati degli studenti	67
4.3 Il modello di analisi multilevel	71
4.4 Conclusioni	77
Riferimenti bibliografici	78



5. Le lezioni di Pisa: alcuni spunti per migliorare , Silvana Mosca (USR Piemonte)	79
Appendici	83
A.1 L'organizzazione dell'indagine a livello nazionale , Margherita Emiletti, Sabrina Greco, Valeria Tortora (INVALSI)	85
A.1.2 La partecipazione delle regioni/province autonome a Pisa 2006	88
A.1.3 La correzione delle prove aperte	90
A.2 Descrizione delle variabili inserite nei modelli multilevel , Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)	95
A.2.1 Variabili del Livello studente	95
A.2.2 Variabili del Livello scuola	96
A.3 Regressioni stepwise sui risultati in scienze nelle regioni italiane e straniere e modelli multilevel , Luisa Donato (IRES Piemonte)	99
Glossario	105



Presentazione

Il presente volume illustra i principali dati relativi alle competenze dei ragazzi quindicenni scolarizzati che, nel 2006, hanno partecipato alla rilevazione PISA (Programme for International Student Assessment).

Il programma PISA dell'OCSE per il 2006 prevedeva l'analisi delle competenze di scienze o literacy scientifica presente nei campioni rappresentativi di ragazzi di 43 paesi nel mondo e comprendeva un'indagine più sintetica sulle contestuali tendenze della literacy matematica e della literacy di lettura. Il Piemonte ha aderito all'indagine con un proprio campione rappresentativo che ha consentito di comparare i livelli di competenza presenti nella regione con quelli nazionali, di altre analoghe regioni italiane ed europee e con gli standard internazionali.

Come è noto i dati di conoscenza relativi ai ragazzi quindicenni rappresentano una fonte pregnante e ricchissima di implicazioni educative, sociali ed economiche, in quanto evidenziano da un lato ciò che i ragazzi sanno e sanno fare con gli apprendimenti scolastici e dall'altro danno conto di una serie interessante di fattori e condizioni di contesto, fra i quali atteggiamenti di studenti e famiglie verso la scienza, condizioni strutturali delle scuole, ecc.

Gli strumenti e i metodi utilizzati in PISA rivestono già di per sé un carattere innovativo e formativo che qualifica la leggibilità dei dati stessi.

Il presente fascicolo costituisce un primo mezzo per illustrare i dati ai diversi attori interessati alla conoscenza diagnostica del sistema piemontese di istruzione e formazione e, al contempo, per promuovere interventi migliorativi a livello macro-regionale e di policy educativa di scuola e di aula.

Le parti di cui il Rapporto si compone presentano e comparano i dati unitamente a esemplificazioni metodologiche che esplicitano i percorsi da cui derivano.

La restituzione dei risultati di PISA mira non solo a informare, ma anche a sollecitare riflessioni e approfondimenti dai quali trarre elementi fondati per programmare gli interventi e progettare le pratiche didattiche.

La conoscenza delle informazioni è intensa come pratica di comprensione e come spinta per l'uso delle informazioni stesse in forma pro-attiva.

Il consistente e qualificato impegno profuso per l'elaborazione dei dati qui riportati si auspica produca un corrispondente lavoro di incremento ulteriore dei livelli di qualità, a partire dagli standard già ottenuti che avvicinano più di quanto sia opinione comune i valori medi dei ragazzi piemontesi a molte altre regioni del Nord Italia ed europee, ma non presenta ancora percentuali di eccellenze tali da consentire il lancio verso un effettivo sviluppo migliorativo, pur presentando lodevoli valori medi di riduzione dell'esclusione socioeducativa delle fasce deboli.

Il Direttore Generale
MIUR-USR Piemonte
Francesco de Sanctis

Il Presidente
IRES Piemonte
Angelo Pichierri

L'Assessore all'Istruzione e
Formazione Regione Piemonte
Giovanna Pentenero



Prefazione

Con l'edizione 2006, finalizzata alla ricognizione delle competenze scientifiche, il progetto PISA ha completato il suo primo ciclo di indagine sulle competenze dei ragazzi scolarizzati di 15 anni. Le precedenti due edizioni avevano avuto come ambiti principali l'analisi e la comprensione dei testi, nell'edizione 2000, e la matematica nel 2003.

L'Italia ha partecipato fin dalla prima edizione al progetto PISA, investendo l'INVALSI della responsabilità di realizzare concretamente l'indagine in collaborazione con il Consorzio internazionale cui l'OCSE ha affidato il progetto. Da allora è molto cresciuta la consapevolezza dei decisori politici e dei responsabili istituzionali in materia di istruzione sull'importanza di avere dati sulle competenze degli studenti; i responsabili degli Uffici scolastici regionali e degli Assessorati con responsabilità sull'istruzione e/o sulla formazione professionale sono stati tra i promotori di questo processo. Così all'edizione 2006 hanno partecipato all'Indagine OCSE PISA con un campione aggiudicato di 13 tra regioni e province autonome. Il campione nazionale è composto da oltre 800 scuole.

Grazie a questa partecipazione disponiamo oggi, anche per molte realtà locali, di un patrimonio informativo sulle competenze dei quindicenni molto vasto e solo in parte reso noto nell'appendice del rapporto internazionale. Occorre valorizzarlo con dettagliate analisi sulle risultanze per le singole regioni e province autonome che informino la discussione sulle ragioni dei successi e degli insuccessi. Questo processo di riflessione, che costituisce la finalità ultima della nostra adesione alle ricerche comparative internazionali, non può decollare se non adeguatamente alimentato dalla disponibilità di dati resi intellegibili attraverso una loro presentazione ordinata e ragionata. Il rapporto sulla Regione Piemonte che qui presentiamo è un esempio che mostra quante utili lezioni si possano apprendere dai dati e come esse possano aiutare chi lavora nella scuola a dirigere il proprio impegno verso il costante miglioramento del servizio di istruzione offerto.

Piero Cipollone
(Presidente INVALSI)



1. PISA 2006: impianto teorico, disegno di ricerca, obiettivi e metodi

di Bruno Losito (National Project Manager PISA 2006)

PISA 2006 è la terza rilevazione realizzata nell'ambito del progetto PISA – *Programme for International Student Assessment*.

Il progetto è promosso a livello internazionale dall'OCSE – Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico ed è realizzato in Italia dall'INVALSI (Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione), presso il quale è costituito il Centro nazionale PISA.

L'obiettivo principale di PISA 2006 è la rilevazione delle competenze scientifiche degli studenti quindicenni. Alla rilevazione delle competenze scientifiche si affianca quella delle competenze in lettura e in matematica.

Nelle precedenti rilevazioni gli ambiti principali di indagine sono stati la competenza in lettura (2000) e la competenza matematica (2003), secondo un disegno ciclico, con periodicità triennale. Con PISA 2006 si completa il primo ciclo di PISA. Dal 2009 prenderà avvio il prossimo ciclo con una rilevazione che avrà come ambito principale di nuovo la competenza in lettura.

1.1 Le caratteristiche principali di PISA 2006

1.1.1 La literacy scientifica

Il termine utilizzato in PISA 2006 per indicare le competenze scientifiche è "*literacy* scientifica". La *literacy* scientifica indica non soltanto il possesso di specifiche conoscenze in ambito scientifico e di specifiche abilità tipiche della conoscenza scientifica, ma anche la capacità di utilizzare in modo funzionale tali conoscenze e tali abilità per affrontare e risolvere problemi che abitualmente si affrontano nei contesti di vita reale, quotidiana. Nel capitolo 2 il concetto di *literacy* scientifica è analizzato in modo più puntuale e approfondito. Se ne richiamano qui soltanto alcune caratteristiche essenziali. La definizione di *literacy* scientifica fatta propria dall'indagine include:

- le conoscenze scientifiche e il loro uso per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze e per trarre conclusioni fondate su problemi di carattere scientifico;
- la comprensione delle caratteristiche distintive della scienza come forma di conoscenza umana e come forma di indagine;
- la consapevolezza di come la scienza e la tecnologia concorrono a determinare l'ambiente materiale, intellettuale e culturale in cui ciascun individuo è inserito;
- la disponibilità a confrontarsi criticamente con problemi che implicano una dimensione scientifica e con le idee della scienza.

Concepita in questo modo, la *literacy* scientifica¹ si configura come una competenza necessaria a tutti gli individui per poter affrontare in modo efficace e consapevole le situazioni di vita quotidiana – individuale, sociale, lavorativa – in cui si trovano inseriti. In questa prospettiva, la definizione della *literacy* scientifica è coerente con quella elaborata nei cicli precedenti di PISA per la *literacy* in lettura e per la *literacy* matematica e contribuisce a individuare una parte del patrimonio di competenze di base degli studenti (e dei cittadini) che la scuola dovrebbe contribuire a costruire.

¹ Per una definizione della *literacy* nei tre ambiti delle scienze, della lettura e della matematica, si veda *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007. Il volume, curato dall'INVALSI, è la traduzione del *framework* di PISA 2006 pubblicato a cura dell'OCSE.



Che cosa viene valutato in PISA 2006			
	Scienze	Letture	Matematica
Definizioni di literacy	<p>La misura in cui un individuo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • possiede conoscenze scientifiche e le usa per identificare questioni di carattere scientifico, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a questioni di carattere scientifico; • è in grado di comprendere le caratteristiche distintive della scienza, intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani; • è consapevole di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale; • è disponibile a confrontarsi con temi e problemi legati alle scienze, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette. <p>La <i>literacy scientifica</i> richiede non soltanto la comprensione di concetti scientifici, ma anche la capacità di porsi in un'ottica scientifica e di considerare i dati in modo scientifico.</p>	<p>La capacità di un individuo di comprendere, utilizzare e riflettere su testi scritti al fine di raggiungere i propri obiettivi, di sviluppare le proprie conoscenze e le proprie potenzialità e di svolgere un ruolo attivo nella società.</p> <p>Tale definizione intende superare la nozione di <i>literacy in lettura</i> come mera decodifica e comprensione letterale a favore di un'interpretazione che implichi la comprensione, la riflessione sull'informazione scritta e l'uso della lettura per realizzare le proprie aspirazioni individuali.</p> <p>PISA si occupa della lettura in funzione dell'apprendimento piuttosto che dell'apprendimento della lettura, di conseguenza non valuta le abilità di lettura più elementari degli studenti.</p>	<p>La capacità di un individuo di individuare e comprendere il ruolo che la matematica gioca nel mondo reale, di operare valutazioni fondate e di utilizzare la matematica e confrontarsi con essa in modi che rispondono alle esigenze della vita di quell'individuo in quanto cittadino impegnato, che riflette e che esercita un ruolo costruttivo.</p> <p>La <i>literacy matematica</i> ha a che fare con un uso ampio e funzionale della matematica. Confrontarsi con la matematica significa anche capacità di riconoscere problemi matematici all'interno di varie situazioni e di impostarli come tali.</p>
Conoscenze	<p><i>Conoscenza della scienza</i>, in riferimento, ad esempio, a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sistemi chimici e fisici; • sistemi viventi; • sistemi della Terra e dell'Universo; • sistemi tecnologici. <p><i>Conoscenza sulla scienza</i>, in riferimento, ad esempio, a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • indagine scientifica; • spiegazioni di carattere scientifico. 	<p>Caratteristiche dei testi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>testi continui</i>, che comprendono diversi tipi di prosa, dai testi narrativi a quelli informativi e argomentativi; • <i>testi non continui</i>, che comprendono grafici, moduli ed elenchi. 	<p>Raggruppamenti di aree e concetti matematici rilevanti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • quantità; • spazio e forma; • cambiamento e relazioni; • incertezza.
Competenze richieste	<ul style="list-style-type: none"> • individuare questioni di carattere scientifico; • dare una spiegazione scientifica dei fenomeni; • usare prove basate su dati scientifici. 	<ul style="list-style-type: none"> • individuare informazioni; • interpretare il testo; • riflettere su un testo e valutarlo. 	<p>I raggruppamenti per competenze definiscono le abilità matematiche necessarie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>raggruppamento della riproduzione</i> (semplici operazioni matematiche); • <i>raggruppamento delle connessioni</i> (creare collegamenti fra idee diverse per risolvere semplici problemi); • <i>raggruppamento della riflessione</i> (pensiero matematico in senso più ampio).
Contesti e situazioni	<p>Le aree di applicazione delle scienze, soprattutto in relazione all'utilizzo in contesti personali, sociali e globali quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • salute; • risorse naturali; • ambiente; • rischi; • frontiere della scienza e della tecnologia. 	<p>L'uso per il quale il testo è stato scritto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>privato</i> (ad esempio, una lettera personale); • <i>pubblico</i> (ad esempio, un documento ufficiale); • <i>occupazionale</i> (ad esempio, una relazione); • <i>scolastico</i> (ad esempio, un brano di un manuale scolastico). 	<p>Le aree di applicazione della matematica, in relazione all'utilizzo in situazioni di tipo diverso, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • personale; • scolastica/occupazionale; • pubblica; • scientifica.

Fonte: OCSE PISA 2007

La definizione delle competenze ritenute necessarie per ciascun individuo/cittadino per orientarsi nel mondo e nella società in cui vive è operata in PISA da gruppi di esperti internazionali dei tre diversi ambiti ed è oggetto di discussione e di negoziazione tra tutti i paesi che partecipano all'indagine. L'ottica che ha guidato questo processo di elaborazione non è quella della presenza o meno di determinati contenuti nei curricoli dei sistemi scolastici dei diversi paesi. Piuttosto, la prospettiva è quella della individuazione di alcune competenze chiave che *tutti* dovrebbero possedere e che dovrebbero quindi essere sviluppate e costruite in tutti i sistemi scolastici e in tutti i paesi. Questo spiega anche la scelta della popolazione di riferimento di PISA, cioè gli studenti quindicenni. Questa età corrisponde, infatti, nella maggioranza dei paesi dell'OCSE, al termine della scuola dell'obbligo o al termine della scuola "comprensiva", prima di una differenziazione dei percorsi scolastici in diversi indirizzi di studio.

Dietro questo tipo di impostazione, è possibile cogliere l'influenza di altri studi realizzati dall'OCSE, nel campo specifico dell'istruzione, ma anche nei settori dell'educazione degli adulti e del più generale rapporto tra istruzione e sviluppo economico.

Il punto di partenza comune è l'analisi della società contemporanea, delle sue linee di sviluppo, di quello che viene richiesto ai membri di questa società per poter costruire un proprio progetto di vita sociale e lavorativo, per non restare ai margini dei processi di trasformazione in corso e non essere oggetto di fenomeni di esclusione sociale².

Come è avvenuto per la lettura e per la matematica nelle precedenti rilevazioni, anche PISA 2006 ha messo in luce alcuni atteggiamenti degli studenti nei confronti della scienza e dello studio delle scienze. La novità, rispetto alle rilevazioni precedenti, è che le domande relative a tali atteggiamenti non sono contenute solamente nel *Questionario Studente*, ma anche all'interno delle stesse prove cognitive.

Le caratteristiche di PISA 2006

Oggetto della rilevazione

- L'ambito principale d'indagine in PISA 2006 è costituito dalle scienze, ma la rilevazione ha coperto anche gli ambiti della lettura e della matematica. PISA valuta le conoscenze degli studenti in questi ambiti disciplinari non in modo isolato. Infatti, quello che PISA intende valutare è la capacità di riflettere sulle proprie conoscenze e sulle proprie esperienze e di utilizzarle per affrontare situazioni e problemi tipici del mondo reale.
- In PISA 2006 sono stati anche rilevati gli atteggiamenti degli studenti nei confronti delle scienze. A tale scopo sono state utilizzate domande relative agli atteggiamenti sia all'interno delle prove cognitive, sia all'interno del questionario volto a rilevare informazioni sul contesto socioculturale di provenienza di ciascuno studente.

Approccio metodologico

- Hanno partecipato a PISA 2006 circa 400.000 studenti in 57 paesi partecipanti. Questo campione di studenti rappresenta quasi 20 milioni di quindicenni scolarizzati.
- L'impegno complessivo richiesto a ciascuno studente partecipante per completare la prova cognitiva, consistente in un test "carta e matita", è stato di due ore.
- PISA comprende quesiti che richiedono agli studenti risposte di diverso tipo, sia aperte (con la produzione di risposte), sia chiuse (con la scelta tra più alternative di risposta). I quesiti sono solitamente organizzati per blocchi, ciascuno dei quali fa riferimento a un testo stimolo che illustra problemi e situazioni che è possibile incontrare nella vita reale.
- Gli studenti hanno risposto anche a un questionario, la cui compilazione richiedeva 30 minuti, che fornisce informazioni sul contesto familiare degli studenti, sulle loro abitudini di studio, sulla loro percezio-

² Si vedano, ad esempio, le indagini sulle competenze alfabetiche della popolazione adulta SIALS e ALL (OECD, *Literacy in the Information Age: Final Report of the International Adult Literacy Survey*, OECD-Statistics Canada, Parigi, 2000) e lo studio sulla definizione delle competenze chiave De.Se.Co. (cfr. il progetto *Definition and Selection of Key Competencies* all'indirizzo http://www.oecd.org/document/17/0,2340,en_2649_201185_2669073_1_1_1_1,00.html). Una sintesi dei risultati del progetto si trova all'indirizzo <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>. Si veda anche il volume pubblicato da Eurydice *Key Competencies*, Bruxelles, 2002.



ne dell'ambiente in cui apprendono, oltre che sul loro coinvolgimento nelle attività didattiche e sulla loro motivazione allo studio.

- I dirigenti scolastici delle scuole campionate, inoltre, hanno compilato un questionario che comprendeva domande sulle caratteristiche strutturali e organizzative della propria scuola e una valutazione della sua qualità come ambiente di apprendimento.

Risultati

- Un profilo delle conoscenze e delle abilità degli studenti che avevano 15 anni nel 2006, che comprende un profilo dettagliato per quanto riguarda le scienze e un aggiornamento per quanto riguarda la lettura e la matematica.
- Indicatori di contesto in grado di mettere in relazione i risultati ottenuti dagli studenti con le loro caratteristiche personali e con quelle della scuola che frequentano.
- Un accertamento degli atteggiamenti degli studenti nei confronti della scienza.
- Indicatori in grado di evidenziare i cambiamenti verificatisi nelle conoscenze e nelle abilità degli studenti tra una rilevazione e la successiva (2000, 2003 e 2006).

Sviluppi futuri di PISA

- PISA 2009 tornerà ad avere la lettura come ambito principale di rilevazione, PISA 2012 sarà centrato sulla matematica e PISA 2015 riguarderà ancora una volta le scienze.

1.1.2 La partecipazione a PISA 2006 a livello internazionale

Hanno partecipato a PISA 2006 57 paesi, tra i quali tutti i 30 paesi membri dell'OCSE e 27 paesi partner.

Nel 2000 i paesi partecipanti erano 32³, nel 2003 41. A PISA 2009 è prevista la partecipazione di altri nove paesi che non hanno partecipato alle rilevazioni precedenti. La crescita del numero dei paesi partecipanti dà un'idea della crescente importanza che il progetto PISA ha progressivamente assunto a livello internazionale e, nello stesso tempo, della complessità e delle difficoltà che ne derivano, soprattutto in termini di sostenibilità della comparazione a livello internazionale. Questi aspetti sono discussi nel successivo paragrafo 1.1.3. È qui importante sottolineare la rilevanza assunta da questo progetto, che negli anni è diventato uno dei più importanti strumenti di osservazione dei sistemi scolastici a livello internazionale, nonché delle politiche volte a garantirne la crescita e lo sviluppo.

1.1.3 L'organizzazione dell'indagine

Una indagine di tale complessità richiede un'organizzazione articolata, in grado di far fronte ai molteplici compiti richiesti dalla sua realizzazione. È per questo motivo che all'interno di PISA operano diversi soggetti e diversi organismi, ciascuno con compiti e funzioni specifici.

Il Segretariato dell'OCSE assicura il coordinamento e la gestione del progetto a livello politico. In questa sua funzione è affiancato dal *PISA Governing Board*, in cui sono rappresentati tutti i paesi che partecipano all'indagine.

Un Consorzio internazionale⁴ di enti e Istituti di ricerca è responsabile della costruzione degli strumenti di rilevazione, delle procedure di campionamento, della organizzazione della rilevazione, dell'analisi e della elaborazione dei dati, nonché del coordinamento delle attività sul campo condotte dai paesi partecipanti.

³ L'indagine è stata successivamente ripetuta nel 2002 in altri 11 paesi.

⁴ Il Consorzio internazionale di PISA 2006 è composto da: *Australian Council for Educational Research-ACER* (Australia), *Westat* (USA), *The National Institute for Educational Research in Japan-NIER* (Giappone), *The Netherlands National Institute for Educational Measurement-CITO* (Olanda), *Educational Testing Service-ETS* (USA).



La discussione e il confronto all'interno di ciascuno di questi organismi e tra i diversi organismi ha costituito uno degli elementi di maggiore complessità, ma anche di ricchezza del progetto PISA 2006, che – come le precedenti rilevazioni – si è caratterizzato per la sua dimensione fortemente collaborativa. Se questa dimensione collaborativa è caratterizzante di PISA nel suo complesso, lo è particolarmente rispetto a PISA 2006, il cui oggetto è definibile in termini meno univoci di quanto non sia stato possibile per le rilevazioni precedenti, non solo perché in riferimento alla scienza (e all'educazione scientifica) sono probabilmente maggiori le differenze esistenti tra paese e paese, ma anche perché sono maggiormente differenziate le responsabilità attribuite ai sistemi scolastici nella costruzione delle conoscenze e delle competenze scientifiche.

1.1.4 La partecipazione italiana a PISA 2006

L'Italia partecipa al progetto PISA dal suo inizio. Il Centro nazionale PISA è costituito presso l'INVALSI, cui il Ministero della Pubblica Istruzione ha affidato il compito di condurre l'indagine a livello nazionale. Anche nel caso italiano, la partecipazione al progetto PISA è cresciuta nelle tre rilevazioni. Il nostro paese ha partecipato a PISA 2000 con un campione nazionale, a PISA 2003 con un campione nazionale e con sei regioni/province autonome "aggiudicate separatamente"⁶, numero salito a 13 in PISA 2006. Questa scelta va interpretata come il risultato della esigenza di ottenere una articolazione della rappresentatività del campione nazionale che vada oltre le "tradizionali" stratificazioni esplicite solitamente utilizzate dal nostro paese, non soltanto in PISA, ma in tutte le rilevazioni nel settore dell'istruzione in genere. Va anche riconosciuto, però, che essa è in qualche misura il frutto di una mancata disponibilità di dati sufficientemente attendibili e articolati a livello territoriale sul nostro sistema scolastico, che ha condotto a vedere in PISA 2006 lo strumento per colmare, sia pure transitoriamente, questo vuoto.

Ne è scaturito un campione nazionale di 21.773 studenti, in 806 scuole⁷, stratificato per macroaree geografiche (Nord-ovest, Nord-est, Centro, Sud, Sud-Isole) e per indirizzi di studio.

Il campione italiano è, inoltre, rappresentativo di 11 regioni (Basilicata, Campania, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Veneto) e delle due Province autonome di Bolzano e di Trento.

Gli indirizzi di studio sono i Licei, gli Istituti tecnici, gli Istituti professionali, le Scuole medie, la Formazione professionale. Il campione è rappresentativo della popolazione degli studenti quindicenni che frequentano ciascuno di questi indirizzi di studio, non degli indirizzi di studio nel loro complesso. Nel campione sono state incluse le scuole professionali delle Province autonome di Bolzano e di Trento, coerentemente con la definizione della popolazione oggetto di indagine in PISA. In alcune regioni, sono stati inclusi nel campione anche gli studenti quindicenni che nel 2006 frequentavano i corsi di formazione professionale attivati in anticipazione della legge 53/2003. L'indirizzo di studio "Formazione professionale" comprende sia le scuole professionali delle province di Bolzano e Trento, sia questi corsi professionali attivati a livello regionale.

In Piemonte le scuole che hanno partecipato alla rilevazione sono complessivamente 50: 19 Licei, 17 Istituti tecnici, 11 Istituti professionali, 3 Scuole medie. In Appendice 1 vengono riportati i dati relativi agli studenti e ai materiali raccolti.

La partecipazione delle regioni e delle province autonome in generale e del Piemonte in particolare è stata rilevante per la realizzazione dell'indagine. In primo luogo, questo ha consentito al Centro nazio-

⁶ Con l'espressione "aggiudicazione separata" si indica in PISA una procedura di sovracampionamento che consente di considerare le unità territoriali come se rappresentassero entità autonome all'interno del proprio paese. È una procedura a cui si ricorre solitamente nel caso in cui esistano differenze consistenti nella organizzazione dei sistemi scolastici regionali o locali (in PISA 2006, hanno fatto ricorso a questa procedura – oltre all'Italia – il Belgio, il Regno Unito relativamente alla Scozia, la Spagna). I risultati conseguiti dagli studenti delle regioni "aggiudicate separatamente" vengono presentati (anche se non commentati) in appendice al rapporto internazionale, in una apposita sezione.

⁷ L'analisi dei dati è stata condotta su 799 scuole, in quanto in sette delle scuole campionate non sono stati raggiunti i livelli minimi di partecipazione richiesti.

nale di poter contare sull'apporto di esperti nel campo della valutazione, sia nella impostazione della rilevazione, sia nella presentazione e pubblicizzazione dei risultati. In modo particolare, la partecipazione della regione e la possibilità di disporre di dati disaggregati a livello regionale consente di avviare un confronto in primo luogo con le scuole e con gli insegnanti a partire dai dati PISA, contribuendo in questo modo ad allargare il dibattito su di essi e più in generale sulle ricerche valutative.

Questa partecipazione è stata, inoltre, indispensabile nelle fasi di coinvolgimento delle scuole campionate, di formazione degli insegnanti referenti, di somministrazione delle prove.

La collaborazione tra il Centro nazionale e le diverse regioni e province autonome partecipanti a PISA 2006 ha dato vita a una rete di esperti in campo valutativo, la cui esperienza potrà essere ulteriormente rafforzata e valorizzata nella prossima rilevazione del 2009.

1.2 PISA e gli indicatori di qualità

Il progetto PISA rappresenta uno degli sviluppi del progetto INES (*Indicators of Education Systems*), il cui obiettivo è quello di elaborare indicatori di qualità dei sistemi educativi comparabili a livello internazionale. In questo quadro, gli obiettivi principali di PISA sono i seguenti:

- mettere a punto indicatori relativi alle competenze degli studenti quindicenni;
- individuare le caratteristiche dei sistemi scolastici dei paesi che hanno ottenuto i risultati migliori, in termini di livello medio delle prestazioni e di dispersione dei punteggi, in modo da trarre indicazioni relative all'efficacia dei sistemi scolastici nazionali;
- fornire con regolarità dati sui risultati dei sistemi di istruzione, in modo da consentire il loro monitoraggio e la costruzione di serie storiche di dati utilizzabili per orientare le politiche educative e scolastiche.

Dal 2004 i dati raccolti attraverso PISA sono utilizzati per la costruzione di indicatori che vengono inseriti in *Education at a Glance*. Tali indicatori si riferiscono in primo luogo alle prestazioni degli studenti nei tre ambiti disciplinari indagati da PISA, ma non solo. In *Education at a Glance 2007*, ad esempio, sono costruiti con i dati PISA anche alcuni indicatori relativi alle aspettative di studio degli studenti, ai loro atteggiamenti nei confronti della matematica e ai livelli di apprendimento degli studenti immigrati (OECD, 2007)⁸.

PISA nasce, dunque, come progetto comparativo con l'obiettivo di raccogliere dati attendibili e comparabili a livello internazionale sulle competenze degli studenti, sviluppate sia grazie alla scuola sia al di fuori di essa, le cui caratteristiche sono descritte dagli indicatori di qualità. Da questo punto di vista PISA rappresenta una parte integrante delle attività dell'OCSE per la costruzione degli indicatori. La stessa Unione Europea ha identificato nei risultati di PISA il punto di riferimento per l'indicazione di obiettivi e *benchmark* per lo sviluppo dei sistemi educativi dei paesi membri, nell'ambito del processo di Lisbona. Questo uso è legittimato dalla possibilità di confrontare nel tempo i risultati conseguiti dagli studenti quindicenni, grazie al disegno ciclico di PISA.

Il crescente uso dei dati PISA a livello internazionale è anche una conferma della loro qualità in termini di attendibilità e di validità. Questo spiega la crescente tendenza, da parte di molti paesi, a utilizzare PISA anche come strumento di valutazione a livello nazionale, soprattutto in assenza di propri sistemi di valutazione. Si tratta di un uso legittimo – oltre che comprensibile – ma soltanto in parte giustificato. Come si è già detto, infatti, le prove PISA non fanno riferimento ai curricoli nazionali. Inoltre, il disegno di campionamento adottato dall'indagine non consente di raccogliere informazioni su alcune variabili fondamentali per cercare di interpretare i diversi livelli di prestazione degli studenti all'interno dei sin-

⁸ La costruzione di indicatori di questo tipo è resa possibile anche grazie ai "rapporti tematici" prodotti nell'ambito di PISA su temi ritenuti dai paesi partecipanti di particolare rilevanza.



goli paesi, come nel caso degli insegnanti⁹. Ne derivano alcuni limiti per l'utilizzazione dei risultati di PISA per la valutazione dei sistemi scolastici nazionali e delle differenze al loro interno. Tanto più che l'oggetto di indagine in PISA (le competenze in lettura, matematica e scienze) costituiscono sicuramente un obiettivo importante dei sistemi di istruzione, ma non l'unico.

Un'ulteriore considerazione può essere utile relativamente all'uso dei risultati di PISA in funzione di una valutazione dei sistemi scolastici nazionali. Grazie al suo disegno ciclico, PISA consente di confrontare i risultati conseguiti dagli studenti. Rappresenta, quindi, uno strumento utile per ragionare in termini generali sui processi di trasformazione in atto e sull'eventuale impatto (sempre a livello di macrosistema) di eventuali provvedimenti di innovazione e di riforma adottati a livello nazionale. Per il modo in cui sono costruiti gli strumenti di rilevazione, però, e per il tipo di variabili considerate, PISA non è in grado di "spiegare" quali siano gli specifici fattori che a livello nazionale possono determinare livelli di prestazione elevati o modesti degli studenti negli ambiti indagati. Possiamo ricavare alcune indicazioni di carattere generale dai dati che PISA consente di raccogliere, ma questo non rende meno necessaria la necessità di articolare a livello nazionale e a livello locale le attività di valutazione. Un esempio può essere fornito dalle differenze riscontrate tra scuole, particolarmente forti nel nostro paese. PISA ci dice che in Italia, più che in altri paesi, le differenze nel livello di prestazione degli studenti sono dovute alle differenze esistenti tra le scuole, mentre minori sono le differenze all'interno delle singole scuole. Questo dato è un segnale della sostanziale non equità del nostro sistema scolastico, ma non ci dice quali siano le caratteristiche delle scuole che fanno la differenza, quali le variabili (di contesto e di processo) che hanno un impatto maggiore. Non ci dice, in definitiva, in quale direzione operare per migliorare la qualità delle nostre scuole e per ridurre le differenze tra di esse. Possiamo riflettere sulle caratteristiche dei sistemi scolastici di altri paesi che hanno risultati migliori dei nostri e in cui il livello di prestazione degli studenti non varia in misura troppo ampia da scuola a scuola o anche osservare quelle regioni che, in Italia, hanno risultati medi elevati nelle prove di PISA. E questo è sicuramente molto utile. Ma non sufficiente.

1.3 Gli strumenti di rilevazione

La struttura delle prove PISA, sostanzialmente analoga per i tre ambiti, prevede una loro organizzazione in "unità", ciascuna delle quali include:

- uno stimolo iniziale, composto in genere da un testo verbale, corredato da materiali iconici, grafici o tabelle;
- una serie di domande riferite allo stimolo iniziale, di diverso formato: a risposta chiusa (scelte multiple, vero/falso), a risposta aperta univoca, a risposta aperta articolata.

Molte domande richiedono agli studenti di fornire una risposta aperta. La loro percentuale varia nei tre ambiti. Per ciascuna di queste domande vengono forniti i criteri di correzione¹⁰. Il punto di riferimento per la costruzione delle domande è il *framework* concettuale, nel quale vengono indicati gli obiettivi della rilevazione; i contenuti, le conoscenze e le abilità che si intendono rilevare; la distribuzione del numero di quesiti per ciascuna area di contenuto e per ciascuna competenza; le diverse tipologie di quesiti da utilizzare. Il *framework* costituisce la "mappa" in riferimento alla quale sono costruite le prove. In questa logica, ciascun quesito viene classificato, in modo che sia chiaro che cosa esso intenda misurare.

⁹ Il disegno di campionamento di PISA prevede che all'interno di ogni scuola campionata, venga successivamente campionato un *cluster* di studenti quindicenni, indipendentemente dalla classe frequentata. Questa opzione rende difficile l'adozione di un questionario rivolto agli insegnanti degli studenti campionati.

¹⁰ Vedi Appendice 1.

Le prove cognitive sono state suddivise in 13 fascicoli, in ognuno dei quali sono inserite soltanto alcune di esse. Ciascuno studente ha risposto alle domande di un unico fascicolo, la cui compilazione ha richiesto circa due ore.

Alle prove cognitive si accompagnano alcuni questionari, il cui obiettivo è quello di raccogliere informazioni sulle variabili di contesto e di processo, che possono essere utili a interpretare i risultati conseguiti dagli studenti nelle prove cognitive.

PISA 2006 ha utilizzato i seguenti questionari.

- *Questionario Studente*: per la raccolta di informazioni sul contesto familiare e socioculturale degli studenti. Il questionario ha consentito, inoltre, di raccogliere informazioni sulle caratteristiche del corso di studi seguito dagli studenti, sulla loro motivazione nei confronti dello studio delle scienze e sul valore che ad esse attribuiscono, sui loro atteggiamenti nei confronti della scuola e dell'apprendimento delle scienze. Una sezione del questionario è dedicata all'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (Tic).
- *Questionario Scuola*: per la raccolta di informazioni sulla scuola in cui gli studenti studiano, sulle sue caratteristiche organizzative, sull'organizzazione dell'insegnamento delle materie scientifiche e sulle strategie didattiche utilizzate per l'insegnamento delle scienze. Al *Questionario Scuola* hanno risposto i dirigenti scolastici.
- *Questionario Genitori*: per la raccolta di informazioni specifiche sull'educazione scientifica degli studenti all'interno dei contesti familiari. Il *Questionario Genitori* è stato somministrato in 16 paesi, tra cui l'Italia.

1.4 Le prove Pisa

Una delle critiche ricorrenti rivolte a PISA è quella che, da un lato, sia difficile costruire prove su "oggetti" significativi, stante la necessità di utilizzarle in una molteplicità di contesti nazionali caratterizzati da notevoli differenze; dall'altro, nella costruzione di queste prove, che prevalgano specifici gruppi culturali e linguistici (in particolare di origine anglosassone), finendo per mettere in discussione la stessa validità delle prove.

Si tratta di due obiezioni che solitamente vengono rivolte a tutte le indagini comparative.

Nel primo caso, la tesi è che la necessità di individuare come oggetto di rilevazione soltanto ciò che è comune a tutti i paesi che partecipano all'indagine finisce per eliminare aspetti qualificanti dei percorsi di apprendimento scolastico (in termini sia di contenuti, sia di abilità). PISA segue, però, un procedimento in parte diverso. Il punto di partenza per la costruzione delle prove PISA non è, infatti, una analisi dei curricoli nazionali con l'obiettivo di identificare ciò che essi hanno in comune. PISA prescinde deliberatamente da questi curricoli, ponendo come punto di riferimento alcune competenze ritenute di fondamentale importanza per tutti gli individui per orientarsi in modo attivo all'interno della società in cui vivono.

Questa impostazione si basa sull'individuazione di alcune caratteristiche comuni alle società industriali avanzate (PISA si sviluppa all'interno dell'OCSE), rispetto alle quali il possesso di tali competenze riveste una particolare rilevanza. La stessa scelta dei quindicenni scolarizzati come popolazione di riferimento discende da questa impostazione, in considerazione del fatto che questa fascia di età corrisponde nella maggioranza dei paesi OCSE all'età in cui o si conclude la scuola dell'obbligo o hanno termine i percorsi di istruzione comprensivi, al termine dei quali i percorsi di studio si orientano verso indirizzi differenziati per struttura, durata e contenuti.

L'aspetto critico di questa impostazione è quindi, semmai, quello della condivisione o meno della stessa, della accettazione o meno delle idee di società, di rapporto tra individuo e società, in definitiva di democrazia, che sono in essa implicite. Per agire come cittadini consapevoli in queste società si ritiene che siano indispensabili alcune competenze: la capacità di leggere, comprendere e analizzare testi, organizzare il proprio pensiero e saperlo esporre con efficacia, ricorrere al pensiero astratto e ma-



tematico per formalizzare la realtà e comprenderla, conoscere i fenomeni scientifici e saper utilizzare il metodo d'indagine scientifica sono alcuni esempi di tali competenze.

La seconda obiezione ha un suo fondamento di carattere generale che andrebbe verificato in relazione sia al processo effettivo di costruzione delle prove, sia ai diversi ambiti disciplinari. A partire dalla prima rilevazione del 2000, la costruzione delle prove PISA si è progressivamente caratterizzata come un processo cui ha contribuito un numero crescente – seppure ancor limitato – di paesi partecipanti, in misura proporzionale alle competenze (e alle risorse) esistenti a livello nazionale. In PISA 2006 hanno contribuito alla costruzione delle prove di scienze 16 paesi.¹¹

Parte delle prove PISA vengono rese pubbliche al termine di ciascuna rilevazione. Sono, quindi, disponibili prove di lettura, di matematica e di scienze utilizzate nelle rilevazioni del 2000, 2003, 2006. Una analisi accurata di queste prove potrà consentire di verificare se e in quale misura vengano in esse privilegiate specifiche culture linguistiche.

La disponibilità dei *framework* (quadri concettuali di riferimento) rende anche possibile una analisi relativa alla congruenza tra quanto in essi delineato e le prove effettivamente costruite e utilizzate.

Si tratta di approfondimenti utili e necessari, che possono anche rappresentare una crescita di consapevolezza valutativa, nel caso coinvolgessero accanto agli esperti e ai tecnici anche, e soprattutto, gli insegnanti.

Un ulteriore aspetto su cui è necessario un approfondimento di riflessione è la struttura delle prove PISA. Le prove utilizzate in PISA costituiscono un esempio sicuramente avanzato e originale di strumento per la rilevazione delle competenze degli studenti. Si tratta di prove molto articolate, che richiedono da parte degli studenti prestazioni e compiti di tipo differenziato, con una forte presenza di quesiti che prevedono la produzione di risposte aperte e la giustificazione della risposta fornita. Si tratta quindi di prove decisamente più avanzate, dal punto di vista docimologico, del tipo di quelle spesso utilizzate nelle rilevazioni nazionali. In genere, le domande contenute nelle prove fanno riferimento a stimoli complessi che richiedono livelli differenziati di abilità di lettura.

¹¹ Per una descrizione sintetica del processo di costruzione delle prove in PISA 2006, si veda l'*Annex A5* nel rapporto internazionale (OECD, *Pisa 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, Paris, OECD, 2007, pp. 363-66).



2. La competenza scientifica degli studenti

di Michela Mayer (INVALSI)

In questo capitolo, dopo la descrizione del quadro di riferimento e di cosa si intenda in PISA per competenza scientifica – oggetto principale della rilevazione PISA 2006 –, verranno confrontati i risultati del Piemonte con quelli nazionali e internazionali nella scala complessiva di scienze, e nelle diverse sub-scale che la compongono, utilizzando esempi di domande per illustrare i livelli di difficoltà e le competenze rilevate.

2.1 PISA 2006 e la *literacy* scientifica

Quando si parla di competenze “scientifiche” PISA preferisce, in analogia con quanto fatto in lettura e matematica, non parlare di “discipline” ma di *literacy*, e definire questa *literacy* tenendo presente le “competenze che un cittadino dovrebbe avere per muoversi in maniera consapevole ed efficiente in un mondo ormai largamente basato sui risultati della scienza e della tecnologia” (INVALSI 2007). Il quadro concettuale di riferimento proposto dall’Indagine PISA non si basa, come avviene in altre indagini internazionali (ad esempio nelle indagini TIMSS), su un’analisi dei curricoli ma su una definizione a priori di *literacy* scientifica, concordata tra esperti e rappresentanti delle nazioni partecipanti, tale da rispondere alle esigenze di conoscenza e competenza richieste da una società globalizzata basata sul progresso scientifico e tecnologico.

La proposta di PISA è quella di non limitarsi a guardare indietro, a verificare – cioè – se gli studenti hanno imparato quello che è stato loro insegnato e che è stato definito dai programmi nazionali, ma di “guardare avanti”, di valutare cioè se gli studenti saranno in grado di comprendere le informazioni scientifiche e di utilizzarle in maniera autonoma una volta inseriti nella società.

La *literacy* scientifica di cui PISA parla non corrisponde, quindi, al concetto di “alfabetizzazione” come possesso di conoscenze elementari di base, ma piuttosto a quello di insieme di competenze funzionali alla cittadinanza attiva, in continua evoluzione dinamica durante tutto l’arco della vita.

Decidere di valutare la *literacy*, e non i risultati ottenuti attraverso uno specifico curriculum, permette al PISA da un lato di superare le differenze tra culture e tra nazioni per trovare un punto d’accordo rispetto alle richieste che l’attuale società pone al cittadino, dall’altro di definire un apprendimento scientifico fondato non più sulla trasmissione di “insiemi di contenuti concettuali” disciplinari, ma su competenze di base, flessibili e trasversali alle discipline. A PISA e alla sua definizione di *literacy* si è ispirato il documento europeo relativo alle “competenze chiave per un apprendimento per tutta la vita” (Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio, 18 dicembre 2006), in cui motivazione e competenze “funzionali” alle veloci trasformazioni sociali imposte dalle dimensioni scientifiche, tecnologiche ed economiche, costituiscono un fondamento essenziale.

La *literacy* scientifica era già stata oggetto di accertamento sia nel 2000 sia nel 2003 attraverso un numero limitato di item (35 in PISA 2003), ma nel 2006, potendo disporre di un numero maggiore di item (103), la definizione delle competenze scientifiche desiderabili per i futuri cittadini è stata approfondita ed estesa. I livelli di competenza definiti attraverso l’indagine, e i risultati ottenuti, costituiscono una nuova base di partenza con la quale si dovranno confrontare tutte le indagini future.

La definizione di *literacy* scientifica del 2006, già riportata nel capitolo 1, comprende: “l’insieme delle conoscenze scientifiche e l’uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a questioni di carattere scientifico; la comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d’indagine propria degli esseri umani; la consapevolezza di come scienza e tecno-



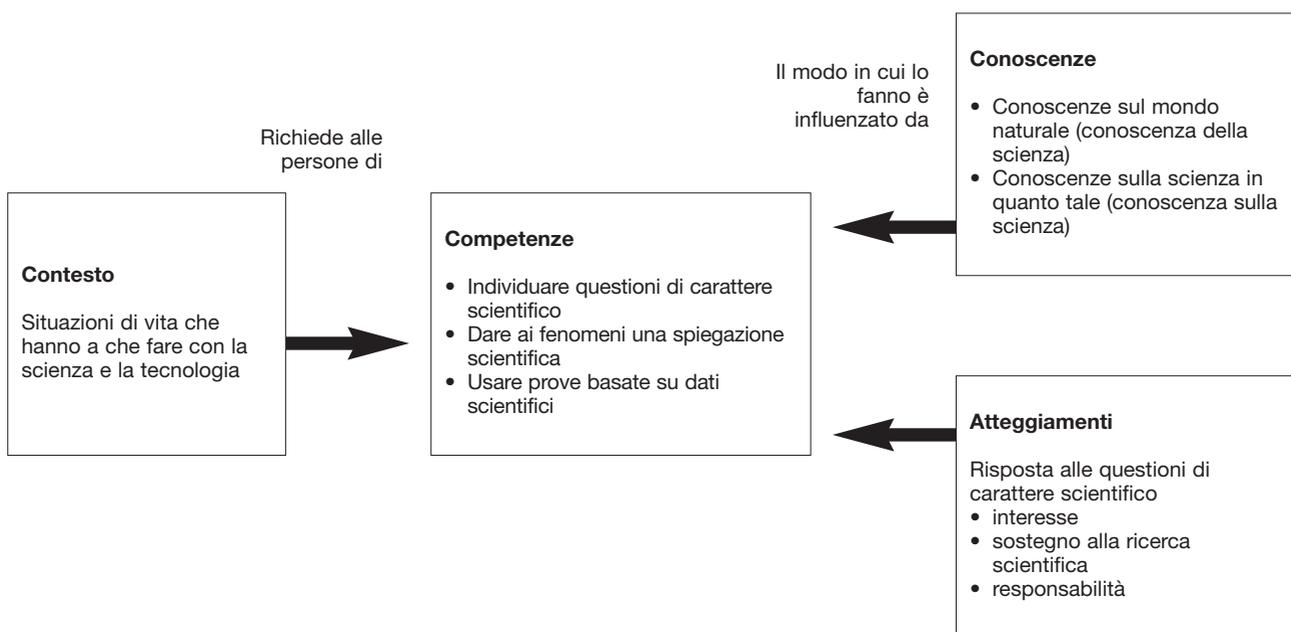
logia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale; la volontà di confrontarsi con temi e problemi legati alle scienze, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette” (INVALSI 2007, p. 29). Il quadro di riferimento che permette di valutare la *literacy* scientifica è di conseguenza composto da quattro aspetti caratteristici fondamentali fra loro interconnessi:

- il *contesto* dell’indagine, il riconoscimento cioè delle situazioni di vita reale che hanno a che fare con la scienza e la tecnologia;
- la *componente cognitiva* dell’indagine, ovvero la comprensione delle caratteristiche del mondo naturale e tecnologico, basata su conoscenze scientifiche, e che riunisce sia conoscenze disciplinari sia conoscenze sulla scienza “in quanto tale”;
- l’applicazione di queste conoscenze a contesti concreti, anche di vita quotidiana, dimostrando così di possedere *competenze* funzionali;
- un *atteggiamento* verso la scienza, che comprende l’interesse per la scienza, l’appoggio alla ricerca scientifica, la motivazione a un agire responsabile verso le risorse e l’ambiente.

Le componenti epistemologiche e affettive costituiscono la novità del quadro di riferimento di PISA 2006, ma il nucleo centrale della definizione di *literacy* scientifica rimangono le *competenze*, così da mantenere la continuità con le rilevazioni precedenti.

La definizione delle competenze riprende quella utilizzata nel 2000 e nel 2003, per articolarla ulteriormente. Quello che viene proposto è un approccio al pensiero scientifico che unisce le caratteristiche essenziali delle metodologie di indagine con il pensiero critico indispensabile a ogni individuo per contribuire in maniera responsabile alle decisioni necessarie per utilizzare i risultati e i metodi della scienza. Si richiede, cioè, che lo studente distingua le domande, e i problemi che si prestano ad esser indagati in maniera scientifica da quelli che riguardano altri aspetti della società, come quelli economici, politici, culturali, etici; che della ricerca scientifica sappia apprezzare il suo essere basata su dati; che sia capace di argomentare le sue conclusioni fornendo elementi di prova collegati logicamente, ecc. (INVALSI 2007, p. 37).

Figura 2.1. Quadro di riferimento per la valutazione delle competenze scientifiche in PISA 2006



Fonte: INVALSI 2007, p. 33

Le conoscenze necessarie perché queste competenze possano effettivamente svilupparsi e applicarsi sono quelle proposte dalle discipline. I contenuti disciplinari presi in considerazione sono stati articolati come segue:

- Sistemi Chimici e Fisici (ad esempio, struttura e proprietà della materia, moti e forze, energia, ecc.);
- Sistemi Viventi (ad esempio, cellule, biologia umana, evoluzione, biodiversità, biosfera, ecosistemi, ecc.);
- Sistemi della Terra e dell'Universo (ad esempio, Struttura ed energia del sistema Terra, Storia della Terra, la Terra nello spazio, ecc.);
- Sistemi Tecnologici (ad esempio, ruolo della Tecnologia e rapporti con la scienza, principi e concetti chiave, ecc.)

La lista non è completa né esaustiva, e non implica che effettivamente siano state proposte domande su ognuno degli argomenti elencati: l'obiettivo è solo quello di esemplificare la varietà di ambiti possibili e, al loro interno, il livello di approfondimento richiesto. Una lista più dettagliata si trova nel testo originale (INVALSI, 2007, p. 41). Il termine usato, "sistemi", invece di "discipline" o "tematiche", intende sottolineare il tipo di approccio, integrato e sistemico e non limitato a singoli fenomeni o leggi, che una moderna educazione scientifica dovrebbe proporre.

Per quanto riguarda la conoscenza *sulla* scienza, PISA 2006 tratta in maniera separata un aspetto che era in parte già compreso nelle indagini precedenti, e che implica la comprensione dei processi caratteristici dell'*indagine scientifica* e delle *spiegazioni di carattere scientifico*: come idee e concetti guidino le osservazioni e gli esperimenti; in che modo vengano acquisiti i dati; come ragionando sui dati possano essere ipotizzate relazioni tra i diversi aspetti del problema; cosa è ragionevole aspettarsi dalla scienza e come le conoscenze raggiunte abbiano sempre una natura provvisoria e aperta a un riesame critico; come metodi e procedure debbano essere sempre pubblici e aperti al confronto; ecc. PISA 2006 cerca anche di valutare la consapevolezza di come la scienza e la tecnologia siano imprese umane collettive influenzate dalla società, che obbligano il cittadino a confrontarsi con il loro uso diffuso e quindi anche con la loro capacità di risolvere (e a volte di provocare) problemi.

Anche per le scienze, come per le altre dimensioni dell'Indagine PISA, tutti i quesiti sono presentati all'interno di un contesto, di una situazione legata alla società e alla vita quotidiana e non solo a quanto si fa a scuola, in laboratorio o in aula. I contesti possono riguardare situazioni legate al sé e alla propria famiglia (*personale*), alla comunità (*sociale*) e al vivere nel mondo (*globale*). I campi di applicazione sono molto vari e corrispondono alle diverse, reali o realistiche, situazioni in cui è importante saper comprendere la componente scientifica e prendere decisioni in proposito: dalle tematiche relative alla salute a quelle legate alle risorse naturali e all'ambiente, dai rischi naturali o causati dall'uomo alle moderne frontiere della scienza e della tecnologia (INVALSI, 2007, p. 35).

Infine, PISA 2006 si propone di rilevare gli atteggiamenti degli studenti verso la scienza, riconoscendone l'importanza ogni qual volta lo studente debba decidere se approfondire le proprie conoscenze, se rivolgersi alla scienza per cercare soluzioni ai propri problemi, e in generale se interessarsi alla ricerca scientifica e decidere di sostenerla. In questa visione della *literacy* scientifica le competenze riguardano anche gli atteggiamenti, le motivazioni, le opinioni, i valori ai quali lo studente fa riferimento quando affronta i problemi. Le aree identificate per la rilevazione degli atteggiamenti, attraverso domande inserite o nelle prove cognitive o nel questionario studente, sono state quelle del sostegno alla ricerca scientifica, del riconoscersi come individuo capace di affrontare le tematiche scientifiche, dell'interesse per la scienza, della responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente.

Il nuovo quadro di riferimento non permette di confrontare i risultati di PISA 2006 con quelli delle rilevazioni precedenti, meno approfondite. Per questo motivo non sono possibili per le scienze analisi di tendenza come quelle che sono state invece effettuate per gli altri due ambiti di indagine. Un'analisi dei soli item comuni tra le diverse rilevazioni (22 item con PISA 2003, di cui 14 anche con PISA 2000) mostra che, in ogni caso, le differenze di risultato tra 2003 e 2006 sono significative solo per pochi paesi e l'Italia non è tra questi.



2.1.1 Le domande di PISA per le scienze

Le domande di PISA 2006 sono state costruite sulla base del quadro di riferimento prima descritto, così da coprire l'insieme delle competenze, delle categorie relative alla conoscenza della scienza e alla conoscenza sulla scienza, degli atteggiamenti, in una grande varietà di contesti e con diversa difficoltà. Come per gli altri ambiti, le domande sono raggruppate in "prove", o "unità", introdotte da uno "stimolo" costituito da un testo breve che spesso accompagna un grafico o una figura, e che introduce l'argomento costruendo attraverso le diverse domande un percorso dotato di senso. L'obiettivo è quello di evitare il ricorso all'informazione mnemonica – molte delle informazioni necessarie sono fornite dallo stimolo, anche se si è cercato di ridurne, soprattutto rispetto alle prove proposte nel 2000, la lunghezza – e di favorire il ragionamento sulla situazione specifica. Naturalmente questo implica che alcune competenze di lettura e di matematica siano necessarie allo svolgimento delle prove.

Le domande sono in buona percentuale aperte (circa il 35%), a risposta breve univoca o più spesso a risposta articolata; le domande chiuse sono a scelta multipla o a "scelta multipla complessa", sono cioè composte da una serie di domande del tipo vero/falso. Alcune domande aperte prevedono un

Tabella 2.1. Mappa di alcune delle domande PISA associate alle competenze e ai livelli di rendimento*

Livello	Limite inferiore del punteggio	Competenze		
		Individuare questioni di carattere scientifico	Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni	Usare prove basate su dati scientifici
6	707,9	Piogge acide Domanda 5.2 (717) (punteggio pieno)	Effetto serra Domanda 5 (709)	
5	633,3			Effetto serra Domanda 4.2 (659) (punteggio pieno)
4	558,7	Filtri solari Domanda 4 (574) Domanda 2 (588) Vestiti Domanda 1 (567)	Esercizio fisico Domanda 5 (583)	Filtri solari Domanda 5.2 (629) (punteggio pieno) Domanda 5.1 (616) (punteggio parziale) Effetto serra Domanda 4.1 (568) (punteggio parziale)
3	484,1	Piogge acide Domanda 5.1 (513) (punteggio parziale) Filtri solari Domanda 3 (499) Il Grand Canyon Domanda 7 (485)	Esercizio fisico Domanda 1 (545) Piogge acide Domanda 2 (506) Mary Montagu Domanda 4 (507)	Effetto serra Domanda 3 (529)
2	409,5	Colture geneticamente modificate Domanda 3 (421)	Il Grand Canyon Domanda 3 (451) Mary Montagu Domanda 2 (436) Domanda 3 (431) Il Grand Canyon Domanda 5 (411)	Piogge acide Domanda 3 (460)
1	334,9		Esercizio fisico Domanda 3 (386) Vestiti Domanda 2 (399)	

* I numeri tra parentesi indicano il livello di difficoltà della domanda.

“punteggio pieno” per gli studenti che hanno mostrato una padronanza della competenza indagata, “un punteggio parziale”, o un punteggio nullo. La correzione delle domande aperte ha subito un doppio controllo di “affidabilità” e di “omogeneità” a livello nazionale e internazionale per evitare il più possibile elementi di soggettività nella correzione. Le domande relative agli atteggiamenti, contraddistinte nei fascicoli con una grafica differente (fondo grigio), sono di tipo Likert a 4 posizioni (da “molto d’accordo” a “molto in disaccordo”) e non concorrono, ovviamente, al calcolo del punteggio. I quesiti utilizzati nel 2006 avevano subito una somministrazione di prova “internazionale” nel 2005, per controllarne la comprensibilità e l’assenza di “svantaggi culturali” tra le diverse nazioni partecipanti. Nel paragrafo 2.6 saranno presentati esempi dei vari tipi di domande.

Le domande corrispondono a diversi livelli di difficoltà e sono tutte categorizzate secondo una doppia classificazione:

- secondo una prima classificazione tutte le domande sono suddivise secondo le tre competenze fondamentali definite dal quadro di riferimento;
- utilizzando la seconda classificazione tutte le domande sono suddivise tra le categorie “conoscenza sulla scienza” e “conoscenza della scienza”; le domande relative a quest’ultima sono poi ulteriormente suddivise secondo gli ambiti disciplinari.

PISA utilizza un modello matematico (la *Item Response Theory*) per costruire una scala in cui ogni quesito è associato alla difficoltà che ha dimostrato di possedere (in fase di pre-test). La tabella 2.1 mostra una “mappa” delle prove rilasciate¹, con l’indicazione delle difficoltà relative alle diverse domande. Le prove rilasciate corrispondono solo a una parte di quelle utilizzate: alcune prove infatti non sono state rese pubbliche per poter continuare a utilizzarle nelle prossime indagini PISA e stabilire, così, differenze significative e tendenze.

2.2 La scala di rendimento nella *literacy* scientifica

La scala complessiva per la *literacy* scientifica, definita utilizzando gli item costruiti sulla base del quadro di riferimento prima descritto, identifica e descrive 6 livelli di rendimento, dal più basso (1) al più alto (6), così come era stato fatto nel 2000 per la scala di lettura e nel 2003 per la scala di matematica. La scala non traccia una linea di demarcazione tra “scientificamente capaci” e consapevoli e “scientificamente ignoranti”, ma propone un percorso che da un livello minimo, con competenze essenziali, si arricchisce e si articola fino ad arrivare al livello più alto.

Come per tutte le indagini PISA, il punteggio medio ottenuto dai paesi facenti parte dell’OCSE è posto convenzionalmente uguale a 500, con i due terzi degli studenti che ottengono punteggi compresi tra i 400 e 600 punti. In PISA 2006 le 25 nazioni dell’Unione Europea che hanno partecipato all’indagine hanno ottenuto nella scala di scienze una media di 497 punti.

I livelli di rendimento sono riportati nella tabella 2.2, in cui per ciascun livello è indicato il punteggio minimo necessario per l’inclusione e la percentuale di studenti del Piemonte, paragonata a quella italiana e a quella dei paesi OCSE, che raggiungono il punteggio o lo superano. La scala non propone una graduatoria tra le tre competenze identificate dal quadro di riferimento, ma le comprende tutte a ogni livello e le articola secondo le difficoltà di applicazione, la relativa estraneità e complessità delle situazioni in cui vengono messe in pratica, e la “qualità” del loro uso – da un uso di “senso comune” quasi inconsapevole, a una padronanza che permette di sviluppare argomentazioni e pensiero critico. Per ogni livello viene descritto cosa gli studenti di quel livello hanno dimostrato di saper fare nell’ambito delle prove proposte. Per assegnare gli studenti a ogni livello, il criterio è quello di assegnare ogni stu-

¹ Le prove rilasciate sono pubblicate sul sito dell’INVALSI, nelle pagine relative a PISA 2006.



dente al livello più alto per il quale le risposte corrette hanno superato il 50% delle domande corrispondenti.

Verso il fondo della scala, al livello 1, troviamo studenti con conoscenze estremamente limitate e con capacità di applicazione ridotta all'ambito più familiare e vicino. Il livello 2 corrisponde a conoscenze

Tabella 2.2. Descrizione sintetica dei sei livelli di rendimento sulla scala complessiva di scienze

Livello e punteggio minimo	Percentuale di studenti a ciascun livello (media Ocse)	Che cosa sono in grado di fare gli studenti a ciascun livello
6 707,9	Lo 0,55% degli studenti piemontesi , rispetto allo 0,4% degli studenti italiani e all'1,3% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente ai quesiti di livello 6.	Al livello 6, uno studente sa individuare, spiegare e applicare in modo coerente conoscenze scientifiche e <i>conoscenza sulla scienza</i> in una pluralità di situazioni di vita complesse. È in grado di mettere in relazione fra loro fonti d'informazione e spiegazioni distinte e di servirsi scientificamente delle prove raccolte attraverso tali fonti per giustificare le proprie decisioni. Dimostra in modo chiaro e coerente capacità di pensiero e di ragionamento scientifico ed è pronto a ricorrere alla propria conoscenza scientifica per risolvere situazioni scientifiche e tecnologiche non familiari. Uno studente, a questo livello, è capace di utilizzare conoscenze scientifiche e di sviluppare argomentazioni a sostegno di indicazioni e decisioni che si riferiscono a situazioni personali, sociali o globali.
5 633,3	Il 7,5% degli studenti piemontesi , rispetto al 4,6% degli studenti italiani e al 9,1% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente ai quesiti di livello 5.	Al livello 5, uno studente sa individuare gli aspetti scientifici di molte situazioni di vita complesse, sa applicare a tali situazioni sia i concetti scientifici sia la <i>conoscenza sulla scienza</i> . Sa anche mettere a confronto, scegliere e valutare prove fondate su dati scientifici adeguate alle situazioni di vita reale. Uno studente, a questo livello, è in grado di servirsi di capacità d'indagine ben sviluppate, di creare connessioni appropriate fra le proprie conoscenze e di apportare un punto di vista critico. È capace di costruire spiegazioni fondate su prove scientifiche e argomentazioni basate sulla propria analisi critica.
4 558,7	Il 30,1% degli studenti piemontesi , rispetto al 19,7% degli studenti italiani e al 29,4% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente ai quesiti di livello 4.	Al livello 4, uno studente sa destreggiarsi in modo efficace con situazioni e problemi che coinvolgono fenomeni esplicitamente descritti che gli richiedono di fare inferenze sul ruolo della scienza e della tecnologia. È in grado di scegliere e integrare fra di loro spiegazioni che provengono da diverse discipline scientifiche o tecnologiche e di mettere in relazione tali spiegazioni direttamente all'uno o all'altro aspetto di una situazione di vita reale. Uno studente, a questo livello, è capace di riflettere sulle proprie azioni e di comunicare le decisioni prese ricorrendo a conoscenze e prove di carattere scientifico.
3 484,1	Il 62,6% degli studenti piemontesi , rispetto al 47,1% degli studenti italiani e al 56,8% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente a quesiti di livello 3.	Al livello 3, uno studente sa individuare problemi scientifici descritti con chiarezza in un numero limitato di contesti. È in grado di selezionare i fatti e le conoscenze necessarie a spiegare i vari fenomeni e di applicare semplici modelli o strategie di ricerca. Uno studente, a questo livello, è capace di interpretare e di utilizzare concetti scientifici di diverse discipline e di applicarli direttamente. È in grado di usare i fatti per sviluppare brevi argomentazioni e di prendere decisioni fondate su conoscenze scientifiche.
2 409,5	L'85,5% degli studenti piemontesi , rispetto al 74,7% degli studenti italiani e all'80,9% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente ai quesiti di livello 2.	Al livello 2, uno studente possiede conoscenze scientifiche sufficienti a fornire possibili spiegazioni in contesti familiari o a trarre conclusioni basandosi su indagini semplici. È capace di ragionare in modo lineare e di interpretare in maniera letterale i risultati di indagini di carattere scientifico e le soluzioni a problemi di tipo tecnologico.
1 334,9	Il 96,4% degli studenti piemontesi , rispetto al 92,7% degli studenti italiani e al 94,9% degli studenti dei paesi Ocse, è in grado di rispondere correttamente a quesiti di livello 1.	Al livello 1, uno studente possiede conoscenze scientifiche tanto limitate da poter essere applicate soltanto in poche situazioni a lui familiari. È in grado di esporre spiegazioni di carattere scientifico che siano ovvie e procedano direttamente dalle prove fornite.

un poco più ampie, e soprattutto a una maggiore capacità di ragionamento applicata a contesti familiari e a spiegazioni semplici. Il livello 2 è stato individuato, internazionalmente, come il *livello base* di “*literacy scientifica*”, corrispondente quindi al minimo necessario perché uno studente e futuro cittadino sia in grado di contribuire al progresso scientifico e tecnologico del proprio paese, anche se solo in veste di utilizzatore consapevole. I risultati del Piemonte sono a questi livelli positivi, nel senso che il numero di studenti che si trova al livello base o al di sopra è superiore non solo alla media italiana, ma anche alla media OCSE.

Il livello 3 corrisponde a conoscenze e competenze più diversificate, anche se utilizzabili solo in un numero limitato di contesti, e alla capacità di operare in situazioni note e concrete seguendo i passi dell’indagine scientifica – individuazione dei fatti, applicazione di semplici modelli, interpretazione dei dati – per arrivare a prendere decisioni basate su conoscenze semplici e su prove evidenti di carattere scientifico. Il livello 4 comprende competenze più ampie e articolate: lo studente, infatti, non solo padroneggia conoscenze di diverse discipline scientifiche, ma è anche in grado di integrarle e di applicarle a contesti e situazioni di vita reale che richiedono capacità di inferenza; lo studente è inoltre in grado di argomentare le proprie decisioni e le proprie posizioni utilizzando dati e conoscenze scientifiche. Anche per questi livelli intermedi i risultati del Piemonte sono migliori sia della media italiana sia della media OCSE.

I livelli più alti, il 5 e il 6, corrispondono a conoscenze e competenze più complesse, in cui lo studente è capace di distinguere e utilizzare le proprie conoscenze “*sulla scienza*”, e quindi sulle sue regole e i suoi limiti, integrandole con le proprie conoscenze scientifiche, in diverse situazioni anche non familiari, mostrando capacità critiche e di ragionamento scientifico via via più elevate. A questi livelli i risultati del Piemonte sono meno positivi: anche se superiori alla media italiana, risultano inferiori alla media OCSE.

Gli studenti che hanno ottenuto un punteggio inferiore a 334,9 sono classificati “sotto il livello 1”, e sono quindi studenti che non hanno dimostrato competenze scientifiche e che hanno rifiutato o sbagliato molti dei quesiti più facili. Questi studenti, che in Piemonte costituiscono il 3,6%, rappresentano il 5,2% di tutti gli studenti OCSE e il 7,3% degli studenti italiani: essi sono in situazioni di grave svantaggio rispetto alla propria partecipazione alla società e al mondo del lavoro.

2.3 I risultati nella scala complessiva di scienze in Piemonte e nei diversi paesi

I risultati internazionali ottenuti dagli studenti nelle prove riguardanti la *literacy scientifica* sono sintetizzati nella figura 2.2 che riporta i punteggi medi e la distribuzione degli studenti sui livelli della scala complessiva di scienze per tutti i paesi che hanno partecipato all’indagine.

È importante capire cosa voglia dire una differenza di punteggio tra due gruppi di studenti: in scienze, in Pisa 2006, una differenza di 74,7 punti corrisponde a un livello di competenza sulla scala e, come abbiamo visto, un livello corrisponde a differenze sostanziali rispetto alla capacità di utilizzare le conoscenze possedute e alle competenze legate ai processi di indagine scientifica e alla “*conoscenza sulla scienza*”.

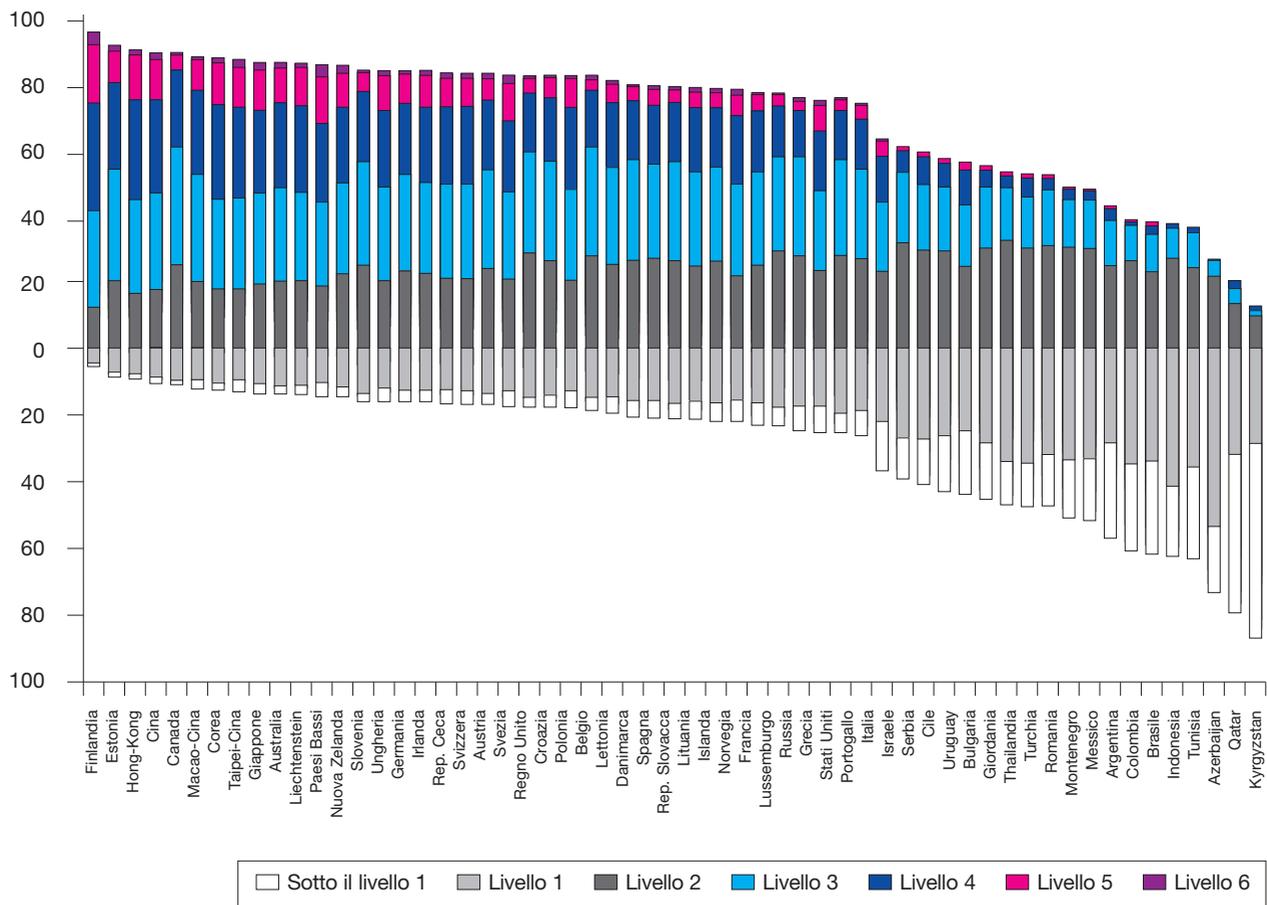
Ricordiamo anche che piccole differenze nel valore assoluto dei punteggi possono non essere statisticamente significative, e che le posizioni dei vari paesi non debbono venire interpretate come una graduatoria lineare ma come raggruppamenti di paesi con risultati più o meno simili.

I risultati internazionali confermano l’eccellenza della Finlandia, al primo posto anche nel 2006 con un risultato medio di 563 punti, e i buoni risultati ottenuti da un gruppo di paesi con medie comprese tra i 527 e i 542 punti, come il Canada, il Giappone, la Nuova Zelanda. I paesi OCSE si trovano in gran maggioranza tra quelli con i punteggi più alti: 20 paesi su 30 presentano una media che differisce solo di 25 punti dal valore medio OCSE (l’Italia con 475 si trova al limite inferiore di questo gruppo di paesi).

Il buon risultato di molte “piccole nazioni” – oltre a Honk Kong, Taipei ed Estonia, ottengono risultati molto buoni anche Lichtenstein, Macao e Slovenia – non ha un significato generalizzabile. Statistica-



Figura 2.2. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala complessiva di literacy scientifica*



* Le nazioni sono elencate in ordine decrescente di percentuale di studenti sopra il livello 2 e non di media complessiva. Fonte: OCSE 2007

mente non c'è nessuna relazione tra i risultati ottenuti e la popolazione dei paesi partecipanti, così come non si è trovata nessuna correlazione dei risultati con la percentuale di studenti "immigrati".

L'Italia, con un punteggio medio di 475 (deviazione standard 86), è al di sotto della media (un intero livello di competenza sotto la Finlandia), i suoi risultati non sono significativamente diversi da Grecia e Portogallo tra i paesi Ocse e dalla Russia tra i paesi partner. Nel 2003, con 486 di media e 108 punti di deviazione standard, l'Italia non risultava significativamente diversa da paesi quali la Polonia, gli Stati Uniti, l'Austria, la Spagna, la Norvegia, la Danimarca, tutti paesi che nella rilevazione del 2006 hanno ottenuto medie più alte.

La media nazionale italiana nasconde però, come si sa da molte altre ricerche, profonde differenze tra macroaree geografiche e tra indirizzi di studio: la tabella 2.3 mostra come si distribuiscono i punteggi nelle diverse macroaree italiane², e in particolare in Piemonte, e nei diversi tipi di scuola dove, secondo la legislazione vigente nel 2006, si trovavano gli studenti di 15 anni. Nel seguito, si farà riferimento soprattutto ai risultati degli studenti dei Licei, degli Istituti tecnici e degli Istituti professionali, che insieme coprono più del 96% della popolazione italiana, mentre è difficile commentare i risultati dei pochi studenti di 15 anni che ancora frequentano la Scuola media e la Formazione professionale, visto l'alto errore standard.

² Si ricorda che il Nord-ovest comprende Valle D'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria; il Nord-est comprende Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna; il Centro comprende Toscana, Umbria, Marche e Lazio; il Sud comprende Molise, Campania, Puglia, Abruzzo; il Sud-Isole comprende Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna.

Osservando le differenze tra macroaree e tra tipi di scuola possiamo notare subito che:

- il punteggio medio conseguito dagli studenti varia dal Nord al Sud del paese: la differenza tra le varie macroaree è elevata, ad esempio, tra il Nord-est e il Sud-Isole c'è una differenza di 88 punti, pari a quella esistente tra Finlandia e Italia, e superiore a un intero livello di competenza; il Piemonte ottiene risultati medi in linea con quelli di tutto il Nord-ovest;
- gli studenti di Liceo conseguono risultati migliori di quelli di tutti gli altri indirizzi di studio, mediamente superiori alla media OCSE, seguiti dagli studenti degli Istituti tecnici e da quelli degli Istituti professionali. Il punteggio medio degli studenti dei Licei (518) è più alto di quello degli studenti degli Istituti professionali (414) di 104 punti, superiore a una deviazione standard, e a più di un livello

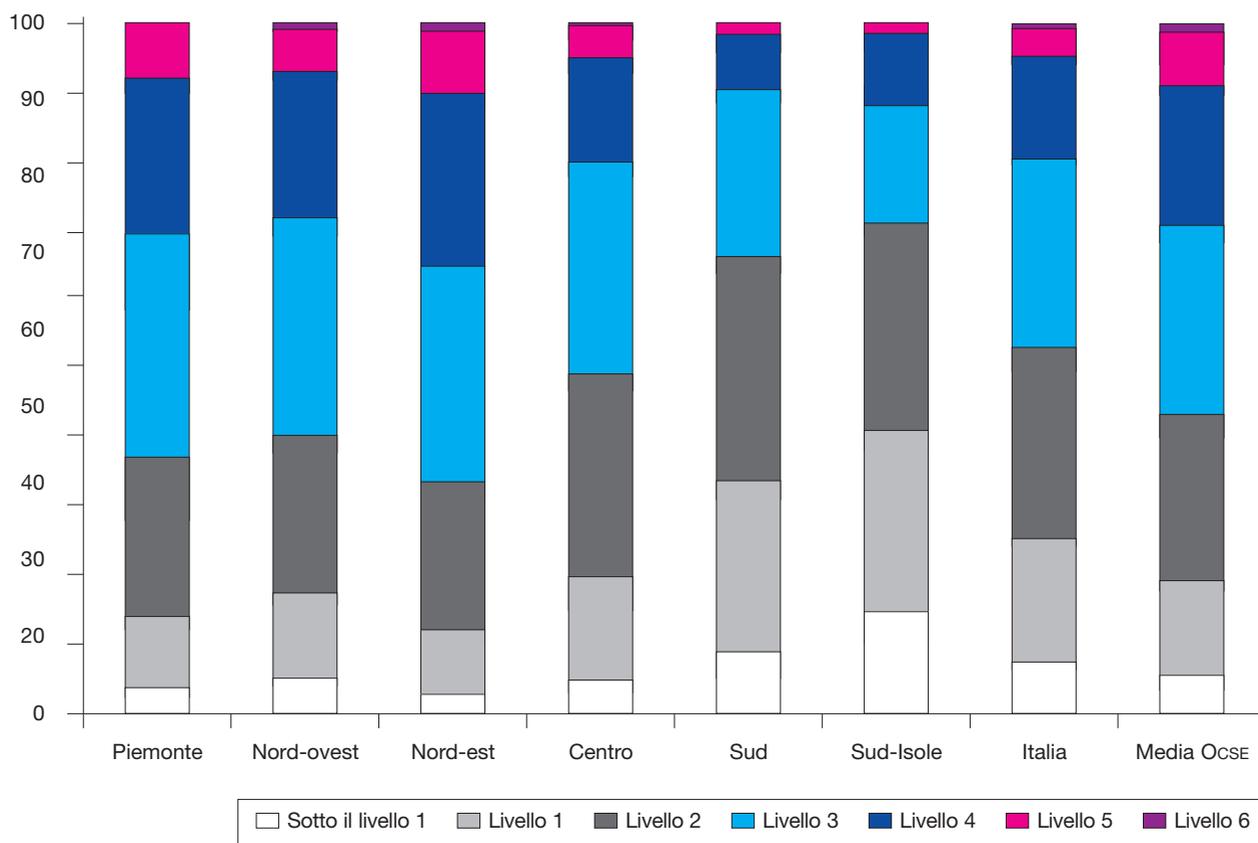
Tabella 2.3. Media e dispersione dei risultati sulla scala complessiva di *literacy* scientifica, per le diverse aree geografiche italiane e in Piemonte

Area geografica*	Tipo di scuola	Tutti gli studenti			
		Punteggio medio		Deviazione standard	
		Media	E.S.	D.S.	E.S.
Nord-ovest	Licei	554	(4,8)	75	(3,0)
	Istituti tecnici	501	(6,5)	77	(2,8)
	Istituti professionali	444	(6,7)	81	(2,3)
	Scuole medie	355	(31,0)	92	(12,3)
	Formazione professionale	377	(18,2)	72	(4,5)
	Totale	501	(4,1)	94	(2,6)
Nord-est	Licei	567	(4,4)	77	(3,0)
	Istituti tecnici	527	(4,7)	78	(2,2)
	Istituti professionali	454	(5,0)	79	(3,6)
	Scuole medie	415	(24,5)	84	(13,0)
	Formazione professionale	441	(6,0)	76	(2,6)
	Totale	520	(2,8)	91	(1,5)
Centro	Licei	530	(10,3)	77	(3,2)
	Istituti tecnici	482	(9,3)	72	(4,9)
	Istituti professionali	422	(15,6)	71	(3,8)
	Scuole medie	345	(8,9)	46	(8,3)
	Formazione professionale	-	-	-	-
	Totale	486	(8,0)	88	(4,7)
Sud	Licei	485	(6,6)	77	(2,8)
	Istituti tecnici	442	(5,0)	73	(2,2)
	Istituti professionali	387	(5,4)	69	(2,5)
	Scuole medie	343	(11,0)	74	(13,0)
	Formazione professionale	-	-	-	-
	Totale	448	(3,7)	84	(1,9)
Sud-Isole	Licei	476	(7,0)	81	(4,1)
	Istituti tecnici	426	(5,6)	75	(2,6)
	Istituti professionali	373	(13,8)	83	(8,5)
	Scuole medie	315	(24,5)	102	(17,4)
	Formazione professionale	342	(12,5)	67	(10,6)
	Totale	432	(4,6)	94	(3,4)
Piemonte	Licei	556	(6,8)	73	(2,5)
	Istituti tecnici	495	(5,8)	72	(2,3)
	Istituti professionali	429	(12,5)	80	(3,4)
	Scuole medie	377	(18,4)	78	(8,1)
	Totale	508	(4,7)	90	(3,0)
	Italia	Licei	518	(3,2)	85
Istituti tecnici		475	(2,9)	83	(1,4)
Istituti professionali		414	(4,3)	82	(2,2)
Scuole medie		340	(16,3)	93	(15,0)
Formazione professionale		405	(11,8)	80	(4,7)
Totale		475	(2,0)	96	(1,3)
Totale OCSE		491	(1,2)	104	(0,6)
Media OCSE		500	(0,5)	95	(0,3)

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI



Figura 2.3. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala complessiva di literacy scientifica in Piemonte e per area geografica*



* Per il Sud e il Sud-Isole non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

di competenza; per il Piemonte la differenza tra Licei e Istituti professionali è ancora più alta: 127 punti, pari quasi a due livelli di competenza, anche se in entrambi gli indirizzi le medie regionali sono nettamente più alte delle medie nazionali;

- gli studenti del Nord-est si collocano al di sopra della media OCSE, quelli del Nord-ovest al livello della media OCSE, quelli del Centro un po' al di sotto, quelli del Sud e del Sud-Isole si trovano nettamente al di sotto della media OCSE.

Le stesse differenze tra aree geografiche e tra indirizzi di studio si riscontrano nella distribuzione degli studenti nei diversi livelli della scala complessiva di scienze. A livello nazionale, come abbiamo visto, il 25,3% degli studenti si colloca al di sotto del livello 2, il 4,6% nei due livelli più alti della scala. Quando si esaminano i dati divisi per macroarea, come nel grafico di figura 2.3, si riconosce che i dati del Piemonte sono migliori, anche se di poco, di quelli medi del Nord-ovest, soprattutto nei livelli bassi: infatti solo il 14,5% degli studenti piemontesi non arriva al livello 2, livello base di *literacy* scientifica, contro una media del Nord-ovest di 17,2% e una media OCSE del 19,3%.

Se si accetta di interpretare i punteggi alti come corrispondenti a un ristretto numero di giovani la cui presenza e competenza è però essenziale per garantire al paese sviluppo tecnologico e innovazione, e i punteggi bassi come sacche di "quasi analfabetismo scientifico", si riconosce che per l'Italia sono "preoccupanti" i risultati delle popolazioni "estreme" e, soprattutto, la percentuale relativamente alta di studenti al di sotto del livello base. Il Piemonte e in generale il Nord-ovest riescono invece a garantire una formazione di base a un numero di studenti che è superiore alla media OCSE, ma rimangono indietro per quel che riguarda le eccellenze.

Nella figura 2.4 sono riportati i punteggi per il Piemonte suddivisi per tipo di scuola, e messi a confronto con i risultati medi nel Nord-ovest, in Italia e nei paesi OCSE.

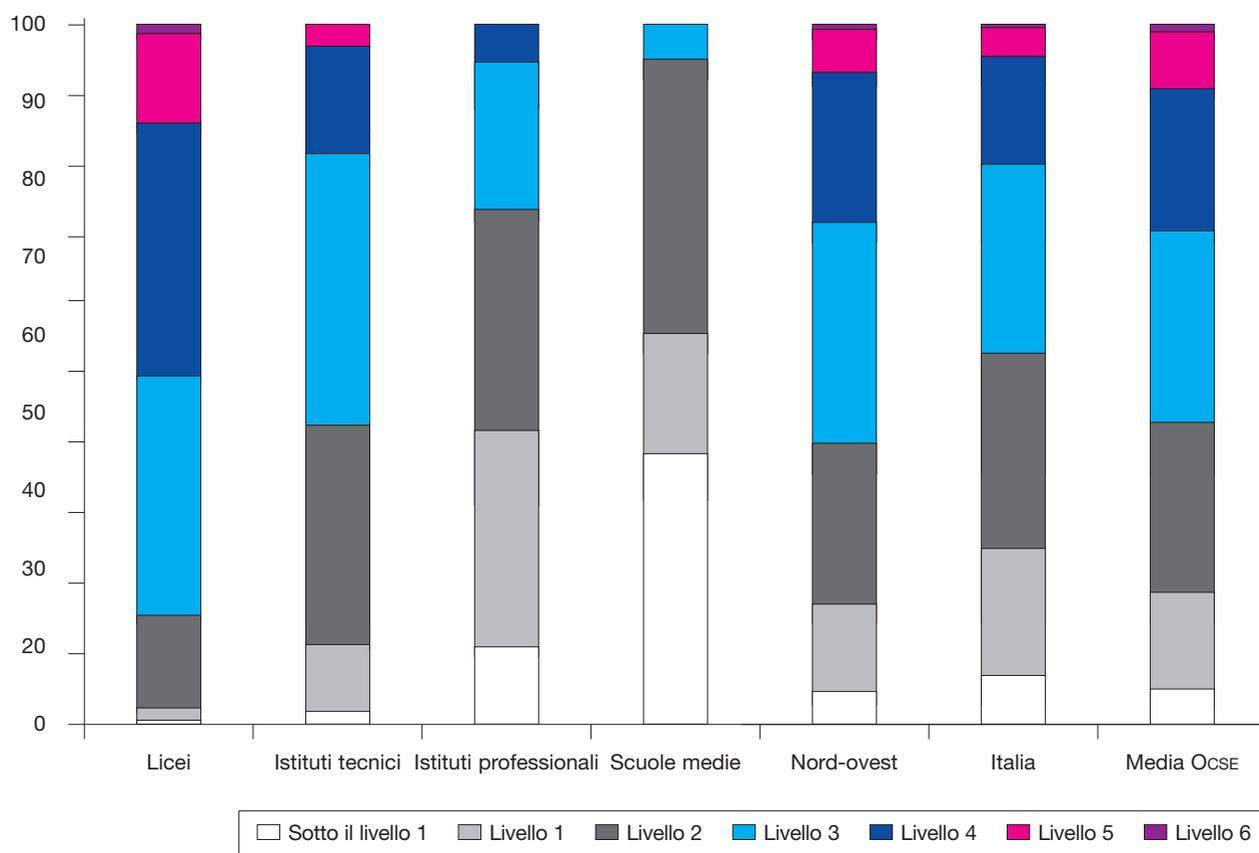
In Piemonte, analogamente al resto d'Italia, gli studenti con i risultati migliori si trovano nei Licei: solo il 2,6% si trova sotto il livello 2 mentre l'8,7% si trova al livello 5 o 6. Gli Istituti tecnici superano la media OCSE per quel che riguarda i risultati più bassi – 11,8% degli studenti al di sotto del livello 2 – ma rimangono molto al di sotto per i livelli più alti (solo il 3%). Gli Istituti professionali presentano ben il 42% degli studenti al di sotto del livello 2 (il dato nazionale è del 49%) e solo lo 0,2% al livello 5.

Ricordiamo che, come già osservato e come è evidente dai dati riportati nella tabella 2.3, i risultati relativi alla scuola media corrispondono a una porzione molto bassa della popolazione complessiva, e la loro rilevanza è quindi estremamente limitata.

Per quel che riguarda l'attenzione al genere, le differenze nei risultati di scienze sono a livello internazionale limitate, sia in termini assoluti sia rispetto alle differenze notate negli altri ambiti di indagine. In Italia, la differenza media di tre punti a favore dei maschi non è significativa, così come non è significativa in Piemonte una differenza media di dieci punti in favore delle femmine.

Questa relativa uguaglianza tra generi nelle competenze scientifiche corrisponde in realtà a diverse combinazioni di competenze e di preferenze di ambiti disciplinari e non corrisponde necessariamente a uguali opportunità nel campo degli studi e, soprattutto, del lavoro. Inoltre, in diversi paesi in cui non si riscontra in media una differenza tra i generi, può esserci una forte differenza quando si consideri il punteggio all'interno della stessa scuola: in Francia ad esempio la differenza di genere all'interno della stessa scuola è di 20 punti a favore dei maschi, e anche in Italia le differenze vanno tra i 13 e i 18

Figura 2.4. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala complessiva di literacy scientifica in Piemonte per tipo di scuola*



* Per gli Istituti tecnici, gli Istituti professionali e le Scuole medie non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0. Per le Scuole medie non sono rappresentati i livelli 4 e 5 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI



punti a favore dei maschi a seconda del tipo di scuola. La ragione per la quale in media non si riscontrano differenze è dovuta soprattutto alla scelta del tipo di scuola: in quasi tutti i paesi le ragazze si iscrivono in percentuale più alta dei ragazzi a scuole di maggiore impegno accademico e culturale, come in Italia i Licei, piuttosto che a scuole che orientano e preparano a una professione. I loro risultati quindi pur essendo inferiori a quelli dei compagni maschi che frequentano la stessa scuola, sono superiori a quelli della media dei maschi.

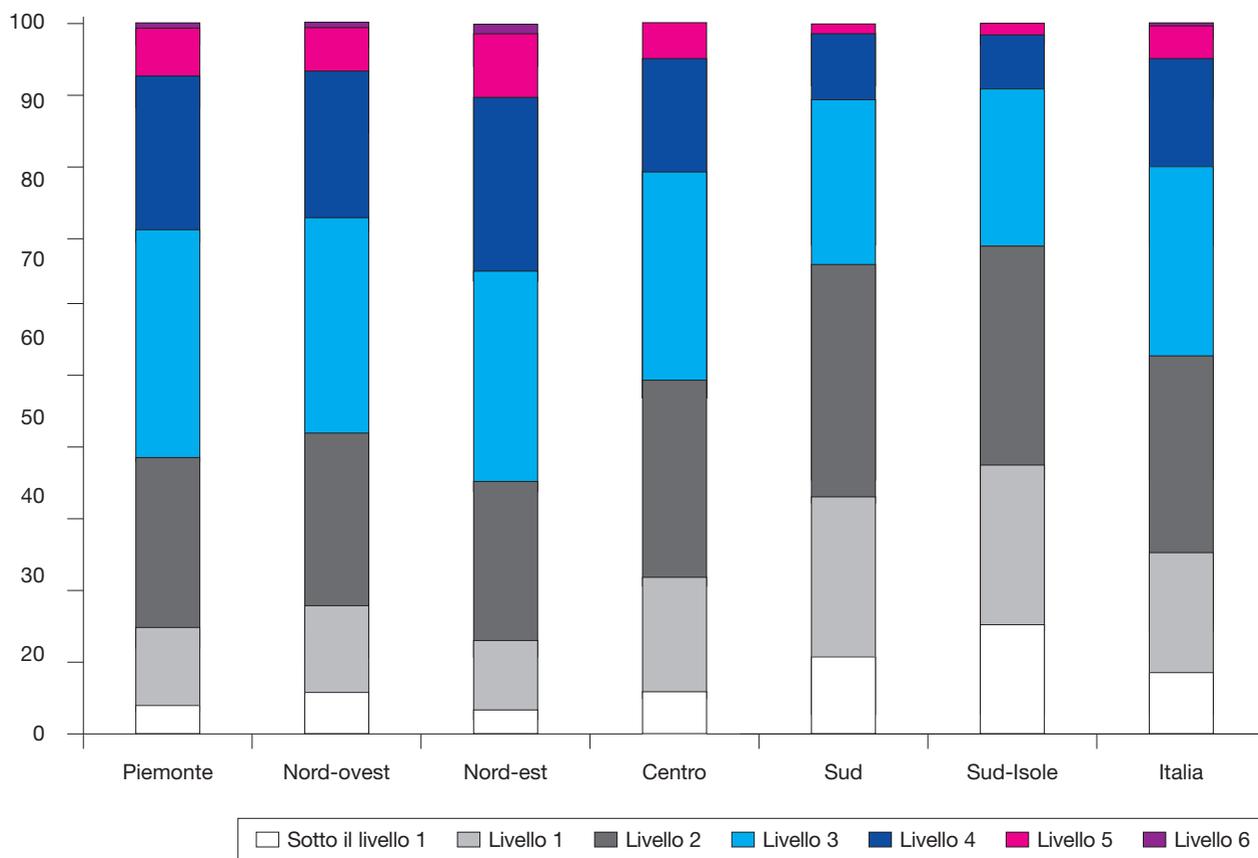
2.4 Cosa gli studenti sanno fare: un'analisi dei risultati nelle diverse competenze

In questo paragrafo viene approfondita l'analisi dei risultati relativi alle tre competenze definite dal quadro di riferimento, mentre nel paragrafo 2.6 saranno forniti alcuni esempi delle domande utilizzate per valutarle. L'insieme delle prove rilasciate dopo la somministrazione del 2006 è disponibile sul sito web dell'INVALSI.

2.4.1 Individuare questioni di carattere scientifico

Il 22% circa delle domande di scienze proposte nel 2006 era relativo a questa competenza. Nella figura 2.5 è rappresentata la distribuzione sui livelli relativi a questa competenza nelle diverse aree geografiche italiane e in Piemonte.

Figura 2.5. Percentuale di studenti in Piemonte e in Italia a ciascun livello della scala Individuare questioni di carattere scientifico*



* Per il Sud e il Sud-Issole non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

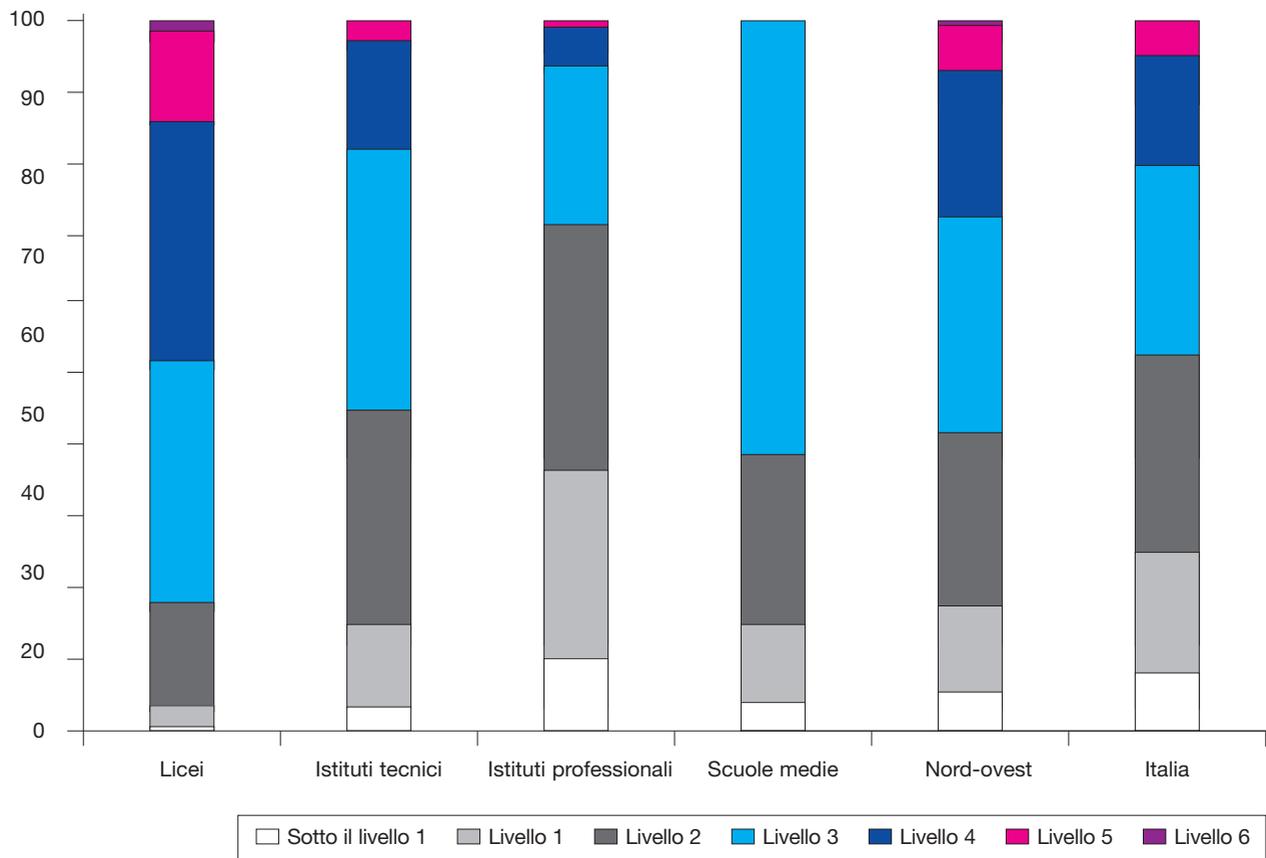
Come per la scala complessiva di scienze, anche nelle scale parziali il livello 2 è considerato il livello base, quello nel quale gli studenti cominciano a dimostrare di possedere elementi sufficienti di questa competenza: sono, ad esempio, in grado di identificare quale sia la caratteristica oggetto dell'indagine, quali misure possono e non possono essere fatte con un dato strumento, quale sia l'obiettivo di un esperimento scegliendolo in un elenco, quale sia la variabile indipendente, ecc. Nei paesi OCSE il 18,7% degli studenti è sotto questo livello, in Italia il 25,2%, nel Nord-ovest il 17,6%, in Piemonte il 14,8%.

Ai livelli più alti gli studenti dimostrano di comprendere e di saper utilizzare modelli complessi di indagine scientifica in una varietà di contesti. A livello 5 sono, ad esempio, capaci di identificare quali debbano essere le variabili indipendenti in diversi contesti anche astratti, di controllare le variabili, di porsi domande rilevanti, mentre a livello 6 sono capaci di pianificare un'indagine, di individuare le variabili e i metodi per controllarle, e di argomentare gli aspetti strumentali e metodologici prescelti.

Come si vede dalla figura 2.5, solo pochi studenti raggiungono i livelli più alti di questa competenza – in media l'8,4% degli studenti dei paesi OCSE raggiunge o supera il livello 5, mentre nella scala complessiva di scienze la percentuale è del 9,1%. L'Italia ha solo il 4,8% degli studenti a questi livelli, il Nord-ovest il 6,8% e il Piemonte il 7,6%.

Analizzando le medie ottenute in questa competenza dai diversi tipi di scuola, in Italia e in Piemonte (Fig. 2.6) si può notare come per la competenza "Individuare questioni di carattere scientifico" i risultati siano circa gli stessi che per la scala complessiva, con qualche punto in meno proprio in quelle scuole, Licei e Istituti tecnici, che ottengono in media migliori risultati.

Figura 2.6. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala "Individuare questioni di carattere scientifico", per tipo di scuola in Piemonte*



* Per gli Istituti professionali e le Scuole medie non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale di studenti a questi livelli è prossima allo 0. Per le Scuole medie non è rappresentato il livello 5 poiché la percentuale di studenti a questi livelli è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI



Su questa scala la differenza di genere è significativamente a favore delle ragazze che in Italia ottengono in media 17 punti più dei ragazzi (differenza identica alla media Ocse) e in Piemonte 23 punti.

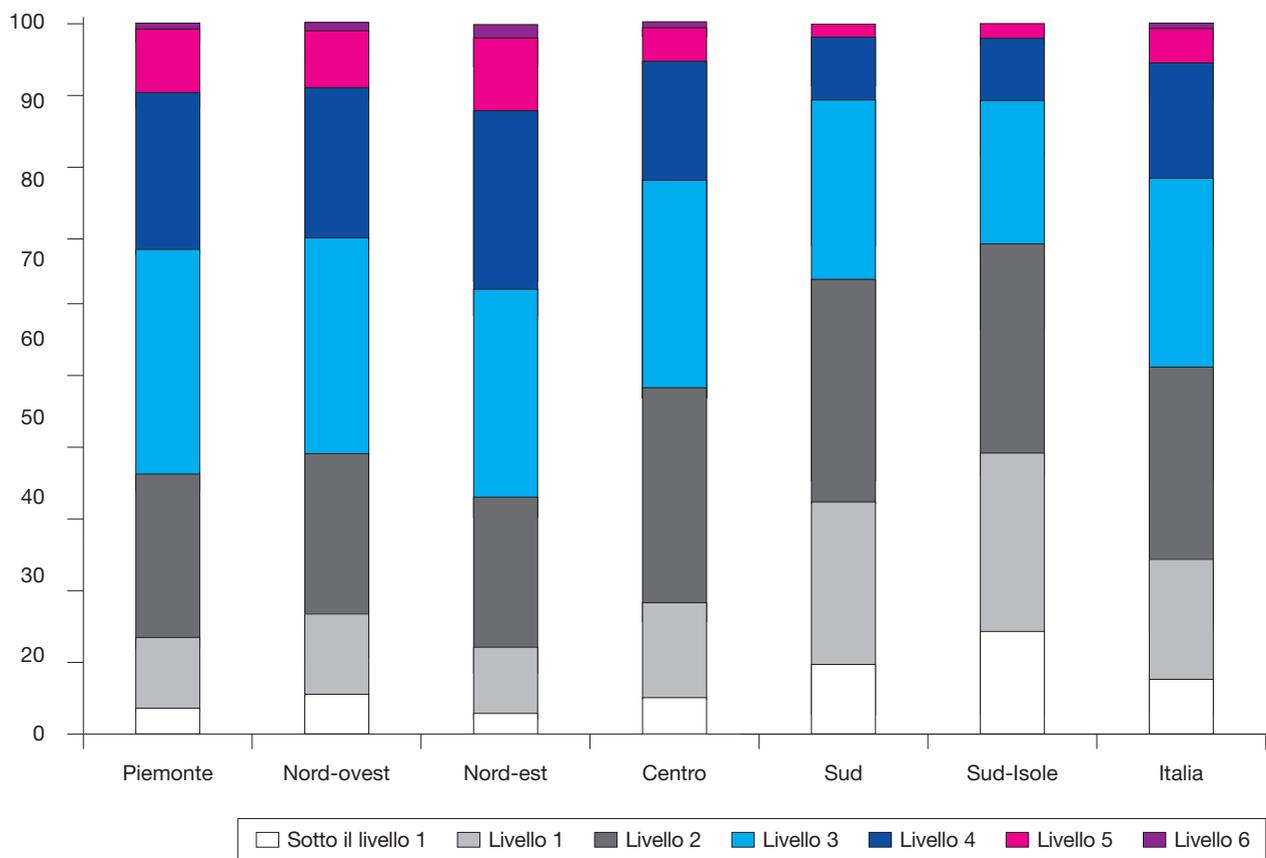
2.4.2 Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni

La competenza “Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni” corrisponde a quello che in molti paesi è considerata la parte fondamentale dei corsi di scienze, e il 46% circa delle domande di scienze proposte nel 2006 era relativo a questa competenza. Nella figura 2.7 è rappresentata la distribuzione sui livelli relativi a questa competenza nelle diverse aree geografiche italiane e in Piemonte.

Al livello più alto di questa competenza gli studenti dimostrano di saper utilizzare una varietà di conoscenze astratte e di concetti scientifici per proporre spiegazioni di processi che avvengono all’interno dei sistemi in esame. Anche gli studenti a livello 5 sono in grado di costruire relazioni tra concetti scientifici ma in contesti meno complessi e utilizzando un numero più limitato di concetti. Gli studenti che raggiungono i livelli più alti di questa competenza sono pochi anche nei paesi Ocse – in media il 9,8%, poco di più che nella scala complessiva (9,1%). L’Italia ha il 6% degli studenti a questo livello, il Nord-ovest l’8,9% e il Piemonte il 9,4%, quasi equivalente alla media Ocse.

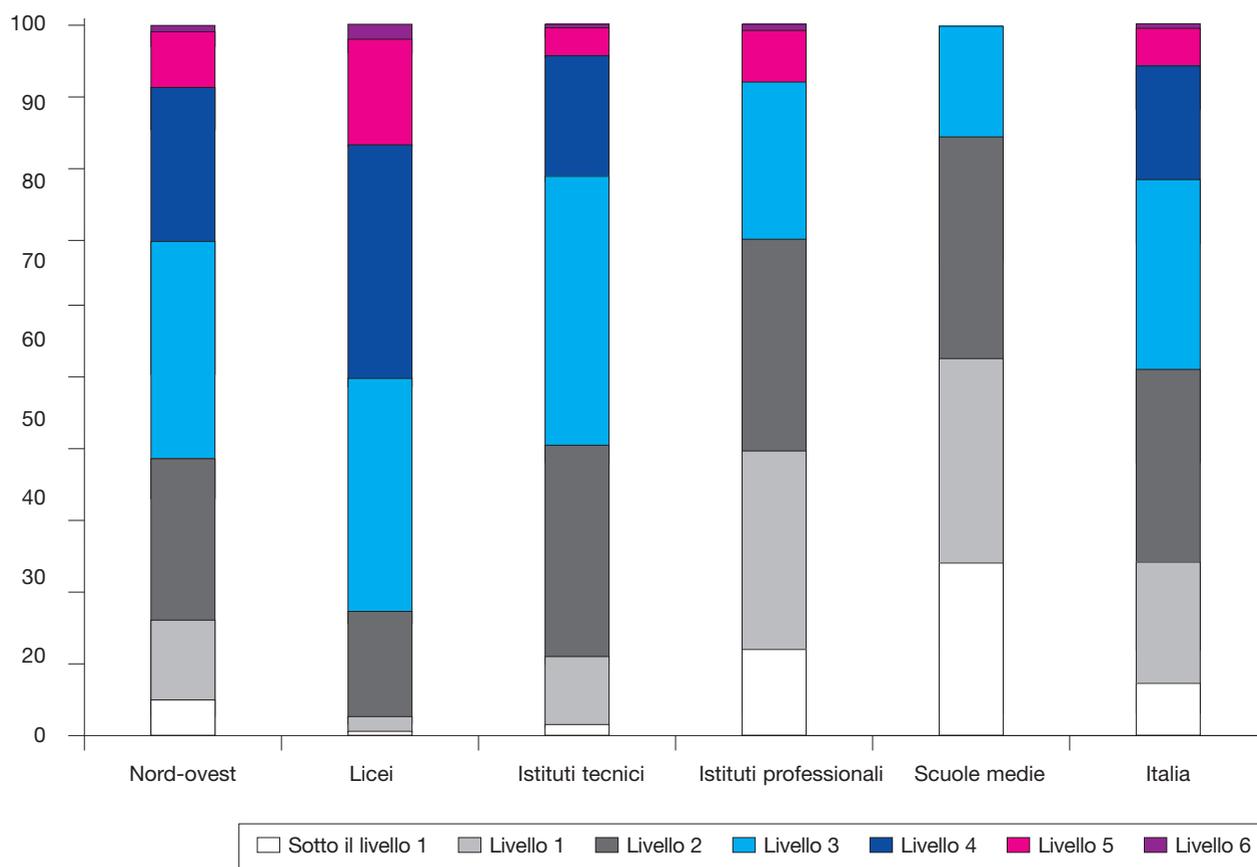
Al livello 2, livello base, gli studenti sono in grado di ricordare e utilizzare fatti semplici e concreti per spiegare fenomeni o per fare predizioni, quando i contesti sono familiari e chiaramente definiti. Nei paesi Ocse il 19,5% degli studenti è sotto questo livello, in Italia il 24,4%, nel Nord-ovest il 16,6% e in Piemonte il 14,0%.

Figura 2.7. Percentuale di studenti in Piemonte e in Italia a ciascun livello della scala “Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni”**



* Per il Sud e il Sud-Issole non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

Figura 2.8. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala “Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni”, per tipo di scuola in Piemonte*



* Per gli Istituti tecnici e gli Istituti professionali non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0. Per le Scuole medie non sono rappresentati i livelli 4, 5 e 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

Rispetto alla scala complessiva di scienze i risultati italiani sono, in questa competenza, un po' più alti, cinque punti in più nella media nazionale, e anche in Piemonte si hanno quattro punti in più.

Anche in questo caso, si mantiene quasi costante la differenza di punteggio tra aree geografiche mentre diminuisce, anche se di poco, la differenza a livello nazionale tra Licei e Istituti tecnici (43 punti nella scala complessiva, e 37 punti nella scala specifica) e quella tra Licei e Istituti professionali (104 punti nella scala complessiva e 100 nella scala specifica). Anche il Piemonte segue lo stesso andamento, con le differenze tra scuole che si riducono di qualche punto. Le differenze non sono significative ma confermano la tendenza degli studenti italiani, soprattutto negli Istituti tecnici e negli Istituti professionali, a rispondere più alle domande a risposta chiusa che a quelle a risposta aperta (per questa competenza pari a poco più del 30% del totale), e in genere a trovarsi più a loro agio con domande che richiedono di ricordare fatti o nozioni che con domande che richiedono una argomentazione a volte anche critica.

Nella figura 2.8 è riportata la distribuzione degli studenti dei diversi tipi di scuola per i diversi livelli. In Piemonte i Licei presentano, per questa competenza, una percentuale di studenti ai livelli alti decisamente più alta della media OCSE (16,8% rispetto al 9,8%) e una percentuale bassa sotto il livello 2. Anche gli Istituti tecnici migliorano leggermente i loro risultati ai livelli più alti (4,5% in questa competenza, rispetto al 3% nella scala complessiva) ma rimangono sempre molto al di sotto della media OCSE. Su questa scala la differenza di genere in Italia è significativamente a favore dei maschi che ottengo-



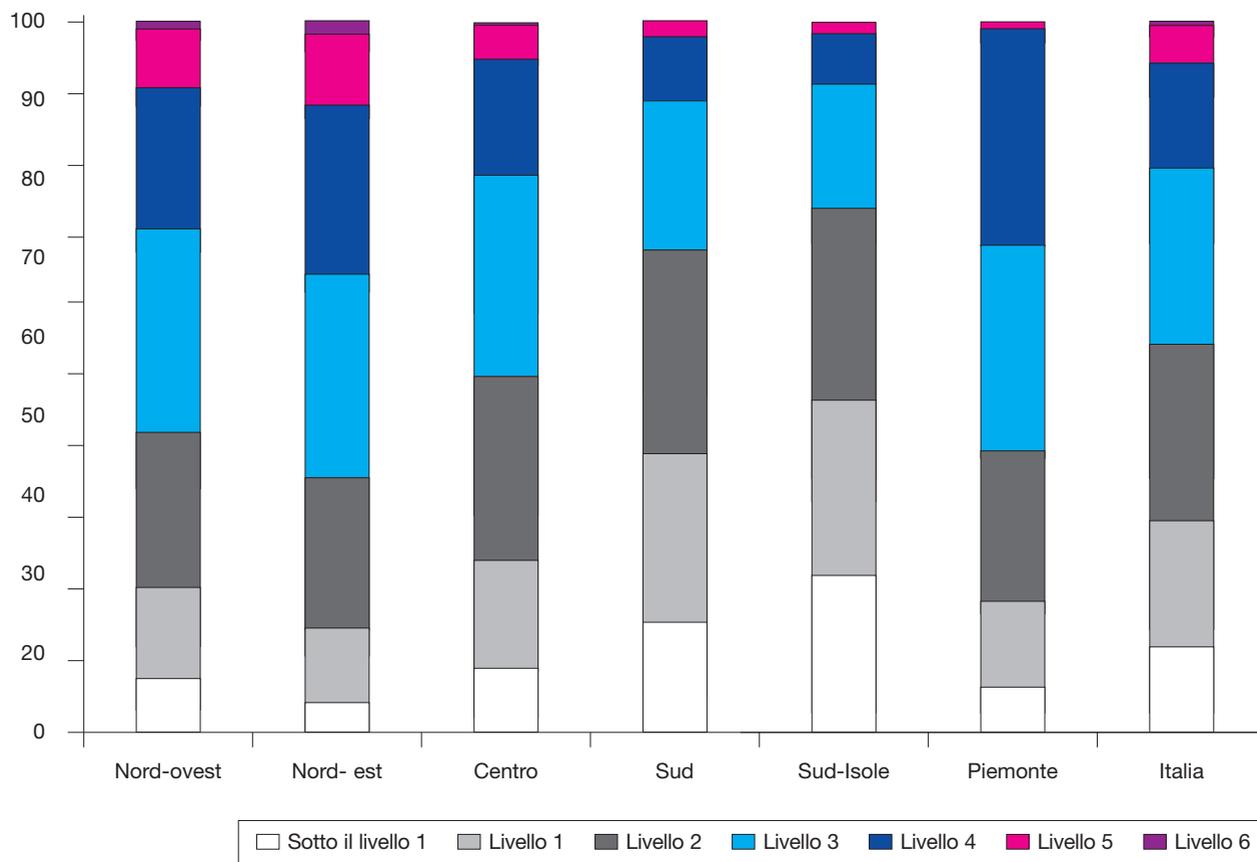
no in media 15 punti più delle femmine (differenza identica alla media Ocse). In Piemonte la differenza a favore dei maschi è di soli 4 punti e non è statisticamente significativa.

2.4.3 Usare prove basate su dati scientifici

La competenza “Usare prove basate su dati scientifici” mette insieme sia la conoscenza della scienza sia la conoscenza sulla scienza e richiede agli studenti di interpretare fenomeni e misure per arrivare a delle conclusioni. Il 32% circa delle domande di scienze proposte nel 2006 era relativo a questa competenza. Nella figura 2.9 è rappresentata la distribuzione sui livelli relativi a questa competenza nelle diverse aree geografiche italiane e in Piemonte.

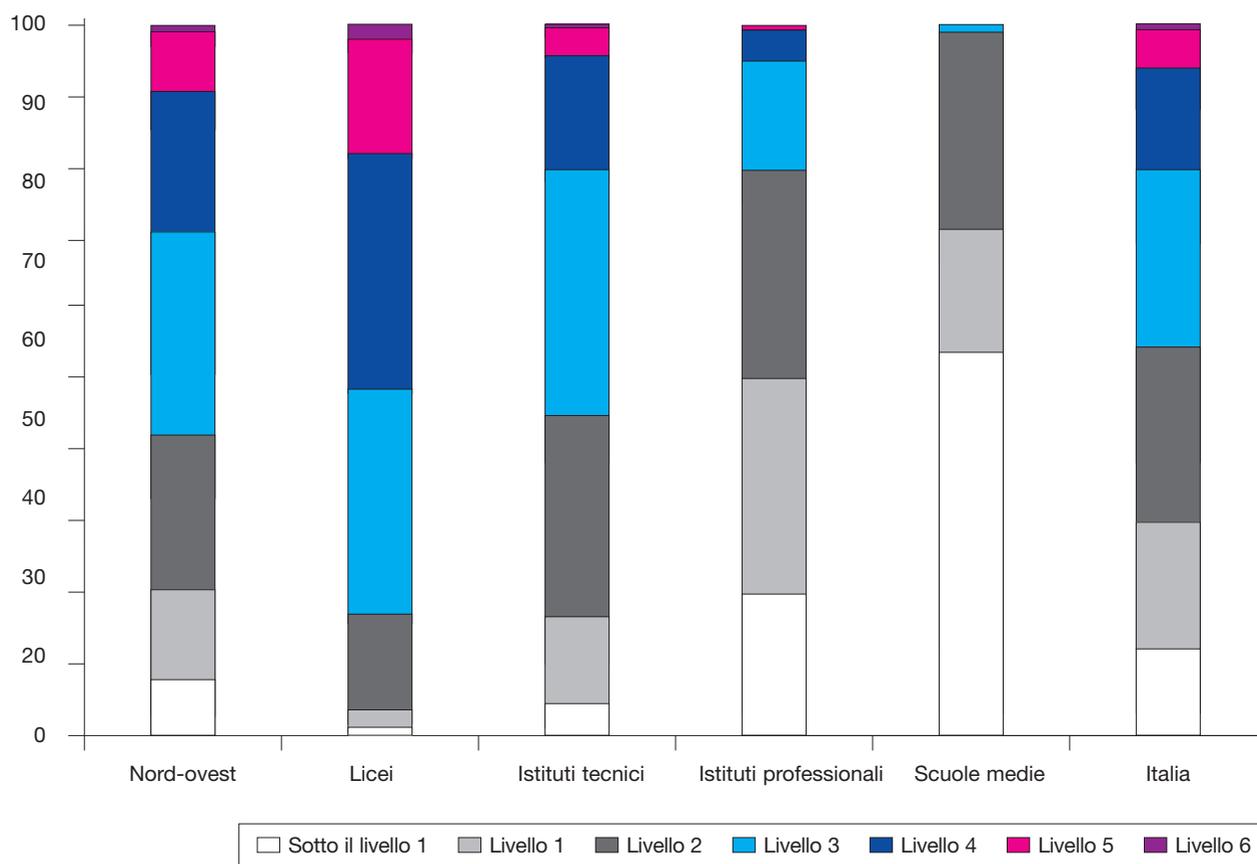
Al livello 6 di questa competenza gli studenti dimostrano di saper scegliere, tra spiegazioni diverse, quella che è sostenuta da dati scientifici, di essere in grado di costruire argomentazioni logiche e di sintetizzare dati di origine diversa. Gli studenti a livello 5 sono capaci di interpretare dati di diversa natura e origine, di identificare differenze e somiglianze e di valutare la rilevanza e la validità delle conclusioni che se ne possono trarre. Per questa competenza, gli studenti che raggiungono i livelli più alti (5 e 6) sono a livello internazionale relativamente più numerosi: l'11,8% rispetto al 9,1% della scala complessiva. L'Italia ha il 6% degli studenti a questo livello, il Nord-ovest il 9,2%, il Piemonte il 10,1%. Al livello base, livello 2, gli studenti sono capaci di riconoscere le caratteristiche di un grafico semplice, o di una tabella, e di utilizzarli a sostegno di semplici affermazioni. Sono anche in grado di fare scel-

Figura 2.9. Percentuale di studenti in Piemonte e in Italia a ciascun livello della scala “Usare prove basate su dati scientifici”**



* Per il Sud e il Sud-Issole non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

Figura 2.10. Percentuale di studenti a ciascun livello della scala “Usare prove basate su dati scientifici”, per tipo di scuola in Piemonte*



* Per gli Istituti tecnici e gli Istituti professionali non è rappresentato il livello 6 poiché la percentuale degli studenti a questo livello è prossima allo 0. Per le Scuole medie non sono rappresentati i livelli 4, 5 e 6 poiché nessuno studente ha ottenuto risultati a questo livello.
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/INVALSI

te rispetto a oggetti di vita quotidiana in base alle loro proprietà caratteristiche. Nei paesi OCSE, al di sotto di questo livello si trova il 21,9%, in Italia il 29,6%, nel Nord-ovest il 20,4%, in Piemonte il 18,2%. L'Italia è, dopo il Messico e la Turchia, il paese che in area OCSE ha più studenti al di sotto di questo livello.

In questa competenza, quindi, l'Italia ottiene in media i risultati peggiori: non solo diminuisce la media complessiva, che passa da 475 a 467, ma diminuiscono, anche se di poco, le medie per le macroaree geografiche, e le medie per tipi di scuole, con l'eccezione dei Licei del Nord-ovest e del Nord-est che aumentano leggermente. Anche se le differenze non sono significative, l'andamento del punteggio conferma una diffusa mancanza di attenzione all'argomentazione scientifica, e alla discussione dei dati a disposizione, che caratterizza non solo la scuola italiana ma anche la società e l'opinione pubblica italiana.

Dalla figura 2.10 si riconosce come, anche per quel che riguarda questa competenza, i Licei del Piemonte ottengano ai livelli più alti risultati significativamente migliori della media nazionale e della media OCSE (18,4% di studenti al livello 5 o 6, rispetto al 10,8% medio dei Licei in Italia, e all'11,8% OCSE). Ugualmente da notare è però la percentuale di studenti degli Istituti professionali al di sotto del livello 2: in media in Italia sono il 55,7% e in Piemonte il 50,1%. Questo risultato, molto preoccupante, è sicuramente dovuto anche alla necessità, per molte delle domande relative a questa competenza, di sviluppare per iscritto (per quasi il 50% si tratta di domande a risposta aperta), anche se con un linguaggio molto semplice, le proprie argomentazioni, e alla tendenza di molti degli studenti italiani – in



particolare degli Istituti professionali – ad abbandonare a priori le domande che richiedono risposte aperte.

Su questa scala la differenza di genere in Italia non è significativa – solo 2 punti a favore delle ragazze – mentre la media OCSE, pur essendo di soli 3 punti, è significativa. In Piemonte però la differenza a favore delle femmine è di ben 20 punti ed è significativa.

2.5 Cosa gli studenti sanno: conoscenza sulla scienza e ambiti disciplinari

Le due diverse classificazioni delle domande, presentate nel paragrafo 2.1.1, permettono di interpretare i risultati in più modi e di individuare così i punti di forza e i punti di debolezza di ogni nazione, facendo riferimento alternativamente o alle competenze o alle aree di contenuto.

I punteggi nelle diverse scale vedono sempre al primo posto la Finlandia, con i paesi più in alto nella scala complessiva che si alternano al vertice. Quello che è sembrato interessante fare nel rapporto internazionale è stato il comparare, per ogni paese o regione, il punteggio ottenuto nelle scale parziali con il proprio punteggio nella scala riassuntiva. Differenze, in più o in meno, superiori ai 10 punti o addirittura ai 20 punti, mostrano punte di eccellenza o di debolezza su cui riflettere: le competenze scientifiche sono infatti tutte indispensabili.

I paesi che hanno ottenuto i punteggi complessivi più alti, hanno tutti come uno dei punti di forza la competenza relativa al saper “Usare prove basate su dati scientifici”, mentre i paesi che hanno ottenuto risultati peggiori presentano un punto di debolezza proprio su questa competenza.

Riflessioni simili possono essere fatte anche per quel che riguarda la conoscenza *sulla* scienza e la conoscenza *della* scienza e i relativi ambiti disciplinari (solo 3 ambiti, *Sistemi Fisici e Chimici*, *Sistemi Viventi*, *Sistemi della Terra e dell'Universo*, visto che le domande relative ai *Sistemi Tecnologici* non erano sufficienti a costruire una scala indipendente). Anche in questo caso i punteggi parziali confermano ai primi posti la Finlandia e il gruppo di nazioni che la seguono; alcune nazioni però, la Francia ad esempio o Israele, rispondono particolarmente bene ai quesiti che riguardano la conoscenza *sulla* scienza, rispetto al punteggio medio ottenuto nelle conoscenze della scienza, altre, tra le quali la Repubblica Ceca e l'Ungheria, presentano l'andamento inverso. Infine alcune nazioni mostrano poche differenze tra conoscenza *della* e conoscenza *sulla* scienza, e tra queste si trovano sia la Finlandia, sia il Canada, sia Hong-Kong, che sono tra le nazioni che ottengono i risultati migliori.

Tabella 2.4. Risultati del Piemonte a confronto con i risultati nazionali e internazionali per le diverse scale della *literacy* scientifica*

Scale	Piemonte			Italia			OCSE		
	Punteggio medio	D.S.	Differenza M-F	Punteggio medio	D.S.	Differenza M-F	Punteggio medio	D.S.	Differenza M-F
Individuare questioni di carattere scientifico	506	92	-23	474	99	-17	499	95	-17
Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni	512	94	4	480	100	15	500	98	15
Usare prove basate su dati scientifici	505	105	-20	467	111	-2	499	108	-2
Conoscenza sulla scienza	506	92	-17	472	99	-8	500	97	-8
Sistemi della Terra e dell'universo	515	100	13	474	113	15	500	104	17
Sistemi Viventi	516	97	-12	488	99	3	502	100	4
Sistemi Chimici e Fisici	500	95	21	472	99	25	500	99	26
Scala complessiva	508	90	-10	475	96	3	500	95	2

* Le differenze nei punteggi tra maschi e femmine statisticamente significative sono indicate in grassetto.

Fonte: OCSE PISA 2006/INVALSI

Andando nello specifico degli ambiti disciplinari, si riconosce che l'Ungheria e l'Olanda ottengono i loro risultati migliori (rispetto alla propria media non rispetto alla media OCSE) nell'area dei *Sistemi Fisici e Chimici*, il Lussemburgo e il Regno Unito nell'area dei *Sistemi Viventi*, la Corea e gli Stati Uniti per i *Sistemi della Terra e dell'Universo*. Queste differenze riflettono differenze nei curricula, che in alcune nazioni prevedono più fisica che biologia a questa età o viceversa, ma anche differenze negli interessi nazionali, per cui le Scienze della Terra sono più diffuse in nazioni a forte rischio di terremoti.

La tabella 2.4 riporta i risultati del Piemonte, a confronto con quelli dell'Italia e dell'OCSE, per tutte le scale che PISA 2006 ha permesso di costruire: sia quindi quelle relative alle competenze sia quelle relative alle conoscenze. Oltre al punteggio medio viene riportata la deviazione standard, e la differenza tra i punteggi dei maschi e quelli delle femmine (diff. M-F).

La tabella 2.4 non solo permette di cogliere nel loro insieme, per il Piemonte e per l'Italia, i punti di forza e i punti di debolezza già visti nell'esame dettagliato delle scale per le competenze, ma fa anche emergere un'altra debolezza nella media nazionale, riguardo alla "conoscenza *sulla* scienza", e quindi alle capacità di comprendere le caratteristiche dell'indagine e della spiegazione scientifica. In Piemonte la "conoscenza *sulla* scienza", così come la competenza relativa all'usare prove basate su dati scientifici, si mantiene al di sopra della media OCSE. Interessante è notare come nella "conoscenza *sulla* scienza", ancor più che nella competenza, le differenze di punteggio siano quasi in tutto il mondo a favore delle ragazze (anche se non sempre sono significative). In Piemonte, le differenze sono significative.

Queste differenze sistematiche tra generi fanno pensare a interessi diversi e a modalità differenti di affrontare problemi scientifici: le ragazze sembrano più interessate a costruire il problema, a identificare le domande significative e a riflettere sul senso della scienza nella società, mentre i ragazzi sembrano più interessati a risolvere i problemi e a cercare spiegazioni ai fenomeni.

Infine, come ambito disciplinare, il Piemonte ottiene il risultato più positivo nella categoria *Sistemi Viventi* (516 punti), quasi equivalente a quello sui *Sistemi della Terra e dell'Universo* (515 punti), e il risultato peggiore in *Sistemi Chimici e Fisici*, rispecchiando in questo modo sia le preferenze degli insegnanti di scuola media (risultati dell'Indagine TIMSS 2003), sia la mancanza di insegnamento scientifico nel biennio di molti Licei, con l'eccezione appunto della biologia. I migliori risultati dei maschi in argomenti relativi ai *Sistemi Chimici e Fisici* e alle *Scienze della Terra* corrispondono alla tendenza internazionale e possono essere spiegati a livello nazionale facendo riferimento ai programmi di scienze nel biennio degli Istituti tecnici e professionali.

2.6 Esempi di domande per le diverse competenze e difficoltà

Di seguito vengono presentate alcune prove e alcune domande, corrispondenti a diversi livelli della scala complessiva e a diverse competenze e ambiti di conoscenza.

Una domanda di difficoltà 6 è la domanda 5 della prova PIOGGE ACIDE presentata di seguito. La domanda è aperta e la risposta, quando ottiene il punteggio pieno, corrisponde a una difficoltà di 717, quando ottiene invece un punteggio parziale, si pone a livello 3, con una difficoltà di 513. L'analisi della domanda, e delle risposte che vengono previste in corrispondenza di un punteggio pieno o di un punteggio parziale, permettono di comprenderne la differenza in termini di competenza richiesta e quindi di difficoltà. Come indicato nella guida alla correzione, il punteggio pieno viene dato solo quando il concetto è espresso chiaramente, mentre viene assegnato un punteggio parziale quando le spiegazioni sono più generiche e parlano solo di un confronto con quel che succede nell'acqua.

La domanda corrisponde alla competenza "Individuare questioni di carattere scientifico", ma è anche classificata come "conoscenza *sulla* scienza"; nella categoria *Indagine scientifica* il campo di applicazione è quello dei "rischi", essendo la tematica quella delle piogge acide, e il contesto è personale, visto che si tratta di esperimenti scolastici.

Oltre allo "stimolo" presentiamo anche la domanda 3, che discuteremo più avanti, ma che è necessaria per rendere comprensibile la domanda 5.



PIOGGE ACIDE

La fotografia qui sotto mostra alcune statue dette Cariatidi, erette sull'Acropoli di Atene più di 2.500 anni fa. Queste statue sono fatte di un tipo di roccia che si chiama marmo. Il marmo è composto di carbonato di calcio.

Nel 1980, le statue originali, che erano state corrose dalle piogge acide, sono state trasferite all'interno del museo dell'Acropoli e sostituite da copie.



L'effetto delle piogge acide sul marmo può essere simulato immergendo scaglie di marmo nell'aceto per una notte. L'aceto e le piogge acide hanno più o meno lo stesso livello di acidità. Quando si immerge una scaglia di marmo nell'aceto, si formano bolle di gas. Si può determinare la massa della scaglia di marmo asciutta, prima e dopo l'esperimento.

Domanda 3: PIOGGE ACIDE

Una scaglia di marmo ha una massa di 2,0 grammi prima di essere immersa per una notte nell'aceto. Il giorno dopo, la scaglia viene tolta dall'aceto e asciugata. Quale sarà la massa della scaglia di marmo asciutta?

- A Meno di 2,0 grammi.
- B Esattamente 2,0 grammi.
- C Tra 2,0 e 2,4 grammi.
- D Più di 2,4 grammi.

PIOGGE ACIDE: indicazioni per la correzione Domanda 3*Punteggio pieno*

Codice 1: A. Meno di 2,0 grammi.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 5: PIOGGE ACIDE

Gli studenti che hanno fatto questo esperimento hanno immerso per una notte scaglie di marmo anche in acqua pura (distillata).

Spiega perché gli studenti hanno inserito anche questa fase nel loro esperimento.

.....

PIOGGE ACIDE: indicazioni per la correzione Domanda 5*Punteggio pieno*

Codice 2: Per poter fare un confronto con il test dell'aceto e del marmo e quindi dimostrare che l'acido (l'aceto) è indispensabile affinché ci sia la reazione.

Per essere sicuri che l'acqua piovana deve essere acida come le piogge acide per provocare questa reazione.

Per vedere se i buchi nelle scaglie di marmo possono essere stati causati da qualcosa di diverso.

Perché dimostra che le scaglie di marmo non reagiscono con qualsiasi liquido, infatti l'acqua è neutra.

Punteggio parziale

Codice 1: Per poter fare un confronto con il test dell'aceto e del marmo, ma senza spiegare che l'esperimento vuol dimostrare che l'acido (aceto) è indispensabile affinché ci sia la reazione.

Per fare un confronto con l'altra provetta.

Per vedere se la scaglia di marmo subisce modifiche nell'acqua pura.

Gli studenti hanno incluso questa fase per dimostrare cosa accade quando piogge normali cadono sul marmo.

Perché l'acqua distillata non è acida.

Per fare un controllo.

Per dimostrare la differenza tra acqua normale e acqua acida (l'aceto).

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte

Per dimostrare che l'acqua distillata non è un acido.

Codice 9: Non risponde.



Alla domanda 5 di PIOGGE ACIDE hanno risposto ottenendo il punteggio pieno il 21,3% degli studenti piemontesi, rispetto a una media nazionale del 16,2% e a una media OCSE del 14%; hanno ottenuto invece il punteggio parziale il 38% degli studenti piemontesi contro un 32,7% di media nazionale e il 43% della media OCSE. Le omissioni a questa domanda sono in Piemonte del 18,7%, di poco superiori alla media OCSE (17,3%), mentre a livello nazionale sono molto più alte: il 29,2%.

Ancora di difficoltà medio-alta sono le domande aperte che appartengono alla prova relativa all'EFFETTO SERRA, riportata di seguito. Le due domande sono classificate nella competenza *Usare prove basate su dati scientifici*, e anche come "conoscenza sulla scienza", categoria "spiegazioni scientifiche"; la loro area di applicazione è chiaramente l'ambiente e il contesto è globale. La domanda 3 presenta una difficoltà di 529 e si trova quindi a livello 3, mentre la domanda 4 presenta una difficoltà di 659 per il punteggio pieno e di 568 per il punteggio parziale, ed è quindi rappresentativa dei livelli 5 e 4.

Ambedue le domande richiedono di esaminare dei grafici e di trarre da essi delle conclusioni; l'aspetto relativamente nuovo è che si chiede agli studenti di riconoscere nei grafici prima gli elementi a supporto di una affermazione e poi quelli contrari. Questa possibilità di interpretare i dati in maniere diverse è ben nota agli scienziati, ma è invece molto lontana dall'opinione pubblica e spesso anche dalla normale prassi scolastica.

Nella tabella 2.5 sono riportati i risultati del Piemonte rispetto all'Italia e alla media OCSE.

Come si può notare le percentuali italiane sono piuttosto basse, sempre significativamente al di sotto della media OCSE, e le percentuali di omissione molto alte. Il Piemonte è più in linea con i risultati OCSE, ma nella domanda 4 sono relativamente pochi i punteggi pieni, e alte le omissioni.

Tabella 2.5. Alcuni risultati nelle domande relative a "Effetto serra", competenza usare prove basate su dati scientifici

Paesi	"Effetto serra" D3 Difficoltà 529 – Livello 3		"Effetto serra" D4 Difficoltà 568 – Livello 4	"Effetto serra" D4 Difficoltà 659 – Livello 5	
	% corrette	% omesse	% punteggio parziale	% punteggio pieno	% omesse
Piemonte	50,6	14,8	29,2	19,7	30,5
Italia	40,5	21,4	20,1	16,5	40,8
Media OCSE	53,9	13,6	24,1	22,4	25,8

EFFETTO SERRA

Leggi il brano e rispondi alle domande che seguono.

Effetto serra: realtà o fantasia?

Gli esseri viventi hanno bisogno di energia per sopravvivere. L'energia che mantiene la vita sulla Terra proviene dal Sole che irradia energia nello spazio perché è molto caldo. Una minima parte di questa energia raggiunge la Terra.

L'atmosfera terrestre funziona come uno strato protettivo sulla superficie del nostro pianeta, impedendo le variazioni di temperatura che si verificherebbero se non ci fosse l'aria.

La maggior parte dell'energia proveniente dal Sole attraversa l'atmosfera terrestre. Una parte di questa energia è assorbita dalla Terra, un'altra è invece riflessa dalla superficie terrestre. Parte di questa energia riflessa viene assorbita dall'atmosfera.

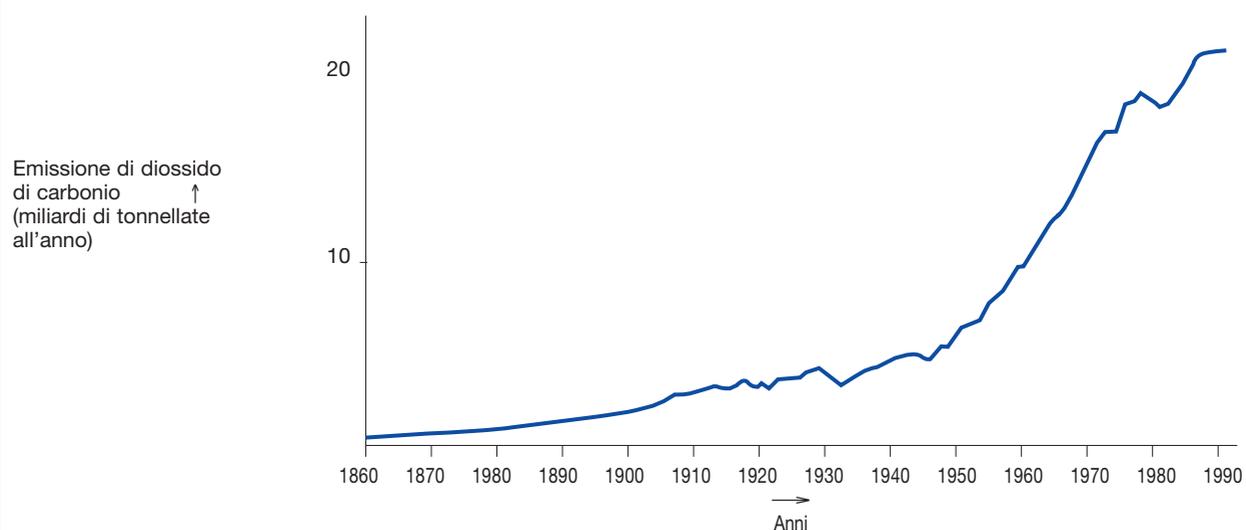
Come risultato di questo processo, la temperatura media sulla superficie terrestre è maggiore di quella che ci sarebbe in assenza di atmosfera. L'atmosfera terrestre ha lo stesso effetto di una serra, da qui il termine *effetto serra*.

L'effetto serra sembra sia diventato più marcato durante il ventesimo secolo.

Che la temperatura media dell'atmosfera terrestre sia aumentata è un dato di fatto. Sui giornali e sui periodici viene spesso citato l'aumento dell'emissione di diossido di carbonio (anidride carbonica) come causa principale dell'aumento della temperatura nel ventesimo secolo.

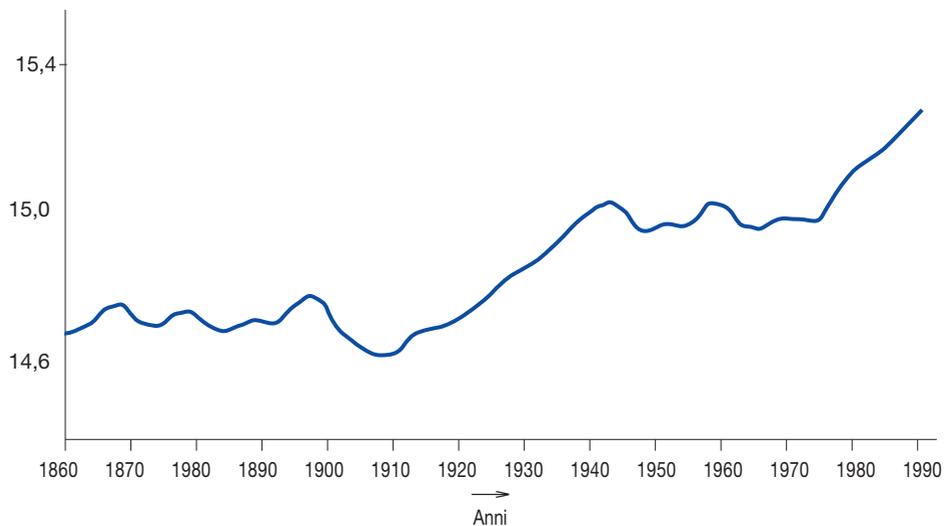
Uno studente, di nome Andrea, si interessa della relazione possibile tra la temperatura media dell'atmosfera terrestre e l'emissione di diossido di carbonio sulla Terra.

In una biblioteca trova i seguenti due grafici.





Temperatura media dell'atmosfera terrestre (°C) ↑



Da questi due grafici Andrea conclude che l'aumento della temperatura media dell'atmosfera terrestre è sicuramente dovuto all'aumento dell'emissione di diossido di carbonio.

Domanda 3: Effetto serra

Da quale caratteristica dei grafici Andrea trae la sua conclusione?

.....

.....

Domanda 4: Effetto serra

Un'altra studentessa, Gianna, non è d'accordo con la conclusione di Andrea. Paragona i due grafici e dice che alcune parti dei grafici non confermano la sua conclusione.

Fornisci un esempio di una parte dei grafici che non conferma la conclusione di Andrea. Spiega brevemente la tua risposta.

.....

.....

.....

Nell'unità riportata di seguito e ispirata a Mary Montagu, considerata la "madre" dei processi di vaccinazione, le domande 2, 3 e 4 si trovano rispettivamente a un livello di difficoltà 2 (punteggio 436), 2 (431) e 3 (507). Si riferiscono tutte alla competenza "Dare una spiegazione scientifica ai fenomeni", ricadono nella categoria di conoscenza *Sistemi Viventi*, e nell'area di applicazione "salute", e il loro ambito è quello sociale. Le domande richiedono alcune conoscenze relative alla vaccinazione, ma lo stimolo stesso permette, se letto con attenzione, di ricordare che la vaccinazione è utile solo in caso di malattie virali. Le prime due domande richiedono quindi solo di ricordare semplici fatti e di applicarli alla situazione. La terza risulta più difficile probabilmente perché richiede una risposta aperta (che come abbiamo già visto è rifiutata da un numero consistente di studenti) e perché richiede di formulare una spiegazione, anche se semplice, che non è suggerita dalle alternative di risposta.

MARY MONTAGU

Leggi il seguente articolo di giornale e rispondi alle domande che seguono.

La storia della vaccinazione

Mary Montagu era una donna molto bella. Nel 1715, sopravvisse a un'epidemia di vaiolo ma rimase piena di cicatrici. Durante un soggiorno in Turchia nel 1717, osservò un metodo che lì veniva praticato abitualmente detto inoculazione. Tale trattamento prevedeva che una forma attenuata del virus del vaiolo fosse trasmessa graffiando la pelle di persone giovani e sane che così si ammalavano ma che, nella maggior parte dei casi, sviluppavano la malattia solo in forma lieve.

Mary Montagu fu così convinta che queste inoculazioni non fossero pericolose, da permettere che suo figlio e sua figlia fossero inoculati.

Nel 1796, Edward Jenner si servì di inoculazioni di una malattia della stessa famiglia, il vaiolo vaccino, per stimolare la produzione di anticorpi contro il vaiolo. In confronto all'inoculazione del vaiolo, questo trattamento aveva meno effetti collaterali e la persona trattata non poteva infettarne altre. Il trattamento divenne noto sotto il nome di vaccinazione.

Domanda 2: MARY MONTAGU

Contro quale tipo di malattie ci si può far vaccinare?

- A** Le malattie ereditarie, come l'emofilia.
- B** Le malattie provocate dai virus, come la poliomielite.
- C** Le malattie dovute a una disfunzione del corpo, come il diabete.
- D** Tutte le malattie per le quali non esiste una cura.

MARY MONTAGU: indicazioni per la correzione della Domanda 2

Punteggio pieno

Codice 1: B. Le malattie provocate dai virus, come la poliomielite.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: MARY MONTAGU

Se animali o esseri umani si ammalano per un'infezione batterica e poi guariscono, di solito non si ammaleranno più a causa di quel tipo di batteri.

Per quale motivo?

- A** Il corpo ha ucciso tutti i batteri che possono provocare lo stesso genere di malattia.
- B** Il corpo ha prodotto anticorpi che uccidono quel tipo di batteri prima che si moltiplichino.
- C** I globuli rossi uccidono tutti i batteri che possono provocare lo stesso genere di malattia.
- D** I globuli rossi catturano tutti i batteri di quel tipo e li eliminano dal corpo.

MARY MONTAGU: indicazioni per la correzione della Domanda 3

Punteggio pieno

Codice 1: B Il corpo ha prodotto anticorpi che uccidono quel tipo di batteri prima che si moltiplichino.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.



Domanda 4: MARY MONTAGU

Fornisci un motivo per cui si raccomanda in particolare ai bambini e alle persone anziane di vaccinarsi contro l'influenza.

.....
.....
.....

MARY MONTAGU: indicazioni per la correzione della Domanda 4

Punteggio pieno

Codice 1: Risposte che fanno riferimento al fatto che i bambini e/o gli anziani hanno un sistema immunitario più debole delle altre persone o risposte simili.

Nota per la correzione: I motivi addotti devono fare riferimento, in particolare, a bambini e anziani e non a tutti indistintamente. Inoltre, la risposta deve riportare, direttamente o indirettamente, che tali categorie di persone hanno un sistema immunitario più debole e non limitarsi a dire genericamente che sono più deboli.

- Queste persone oppongono meno resistenza alle malattie.
- Bambini e anziani non sono in grado di combattere le malattie con la stessa facilità degli altri.
- Hanno più probabilità di prendere l'influenza.
- Gli effetti dell'influenza su queste persone sono più gravi.
- Perché l'organismo di bambini e anziani è più debole.
- Gli anziani si ammalano più facilmente.

Nessun punteggio

- Codice 0: Altre risposte.
- Così non prendono l'influenza.
- Sono più deboli.
- Hanno bisogno di aiuto per combattere l'influenza.
- Codice 9: Non risponde.

Nella tabella 2.6 sono riportate le percentuali di risposte corrette per il Piemonte, a confronto con i risultati italiani e OCSE.

Tabella 2.6. Alcuni risultati nelle domande relative a MARY MONTAGU, competenza Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni

Paesi	Mary Montagu D2	Mary Montagu D3	Mary Montagu D4
	Difficoltà 436 – Livello 2	Difficoltà 431 – Livello 2	Difficoltà 507 – Livello 3
	% corrette	% corrette	% corrette
Piemonte	84,4	86,8	62,2
Italia	79,4	81,3	54,0
Media OCSE	74,9	75,1	61,7

Come si vede, a questo tipo di domande gli studenti piemontesi rispondono molto bene, sempre al di sopra della media OCSE. Anche la media italiana è buona, ricordiamo che questa competenza è quella in Italia relativamente più sviluppata e che la categoria dei *Sistemi Viventi* è quella nella quale otteniamo migliori risultati. Per la domanda aperta 4 però, di nuovo i tassi di omissione sono molto alti: 8,3% in Piemonte, e 11,8% nella media italiana, rispetto a una media OCSE del 6%.

Un'altra domanda di livello 2, difficoltà 460, è la domanda 3 della prova PIOGGE ACIDE che abbiamo visto per prima. La domanda è classificata nella competenza *Usare prove basate su dati scientifici*, riguarda i *Sistemi Chimici e Fisici*, nell'area di applicazione "rischi", e l'ambito è personale. Agli studenti viene richiesto di usare conoscenze di base relative alle reazioni chimiche, ma sono anche aiutati dal testo stimolo che ha già premesso come le piogge acide "corrodano" il marmo. La percentuale di risposte corrette in Piemonte è del 65,1%, mentre in Italia è del 60,7%, rispetto a una media OCSE del 66,7%.

Un esempio di domanda che attiene alla categoria di conoscenza dei *Sistemi della Terra e dell'Universo* è quella a scelta multipla che segue e che fa parte della prova IL GRAND CANYON. La competenza è quella di *Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni*, l'area di applicazione è "ambiente", e l'ambito è quello sociale. A questa domanda di difficoltà 451, e quindi ancora di livello 2, risponde correttamente il 63,2% degli studenti piemontesi, e il 54,7% degli italiani, rispetto al 67,6% della media OCSE. La domanda richiede solo di riconoscere e applicare conoscenze fattuali semplici, ma in questo caso, come in altri, una padronanza del linguaggio aiuta a riconoscere la risposta giusta. Stupisce che il 14,1% degli studenti piemontesi e ben il 18% di quelli italiani abbia scelto l'alternativa A, rispetto all'11,7% della media OCSE.

**Domanda 3: Il GRAND CANYON**

La temperatura nel Grand Canyon varia da meno di 0° C fino a più di 40° C. Anche se si tratta di un'area desertica, le fenditure nelle rocce a volte contengono acqua. In che modo le variazioni di temperatura e la presenza di acqua nelle fenditure delle rocce contribuiscono ad accelerare la fratturazione delle rocce?

- A** Ghiacciandosi, l'acqua dissolve le rocce calde.
- B** L'acqua cementa insieme le rocce.
- C** Il ghiaccio rende liscia la superficie delle rocce.
- D** Ghiacciandosi, l'acqua si espande nelle fenditure delle rocce.

Il GRAND CANYON: indicazioni per la correzione della Domanda 3

Punteggio pieno

Codice 1: D. Ghiacciandosi, l'acqua si espande nelle fenditure delle rocce.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

2.7 In conclusione

I dati emersi per le competenze di scienze in PISA 2006 sono preoccupanti per l'Italia, così come lo erano i risultati ottenuti nel 2003 in matematica e quelli del 2000 in lettura. Le differenze tra macroaree geografiche e tra tipi di scuole sono a volte più profonde delle differenze internazionali, ma questo non permette di ridurre il problema a carenze di singole aree geografiche o di singoli tipi di scuola. Anche in Piemonte, infatti, dove si ottengono in genere punteggi uguali o migliori della media OCSE, in linea d'altronde con le altre regioni del Nord-ovest, i risultati PISA indicano punti di debolezza e direzioni per migliorare ulteriormente.

Il Piemonte riesce, infatti, a contenere in media il numero di studenti sotto al livello base, ma ha ancora troppo pochi studenti ai livelli più alti. Se si considerano poi solo gli Istituti professionali si riconosce che la percentuale di studenti al di sotto del livello base è troppo elevato in tutte le competenze (con percentuali che vanno dal 40 al 50%) e non garantisce una *literacy* scientifica di base, diffusa a tutti i livelli della popolazione e non solo a quelli che dispongono già di strumenti culturali avanzati.

Interessante in Piemonte il buon risultato delle ragazze che, anche se va approfondito considerando il tipo di scuola frequentata, conferma un interesse femminile ad andare più a fondo in questioni che riguardano il "senso" e i "limiti" della conoscenza scientifica. È necessario, anzi, riflettere su questi risultati per capire come bilanciare negli anni successivi di insegnamento un approccio dei ragazzi alla scienza che sembra troppo nozionistico e tecnologico.

Infine, per quel che riguarda l'insegnamento, occorre riflettere soprattutto sul ruolo che le scienze hanno nella scuola italiana e ricordare che l'Italia è tra i pochi paesi al mondo che non garantisce continuità all'insegnamento scientifico fino alla conclusione dell'obbligo – e cioè fino ai 16 anni – e non la garantisce, paradossalmente, proprio alla "classe" sociale più interessata alla cultura, quella che manda i figli ai Licei.

Dai dati di PISA 2006, così come dai dati delle altre rilevazioni PISA e delle indagini TIMSS, emerge in Italia un insegnamento scientifico che spinge più alla memorizzazione di nozioni e concetti – a volte di livello superiore a quelli richiesti da scuole di altri paesi agli stessi livelli di età – ma che non sviluppa competenze di indagine, di ragionamento, di argomentazione basata sui fatti. Non si tratta di disponibilità di laboratori, o di attrezzature informatiche o tecnologiche, in genere più presenti proprio nei tipi di scuole nei quali otteniamo peggiori risultati, ma di stile di insegnamento, che dovrebbe tendere a diminuire il peso delle materie scientifiche in termini di nozioni per aumentarlo invece in termini di “operatività”, di interdisciplinarietà, di capacità di interpretare il mondo moderno e di agire su di esso.

Occorre anche domandarsi se e quanto la scuola riproponga il ruolo che le scienze assumono nelle diverse società: considerate da gran parte della nostra classe dirigente ancora poco importanti al fine della “cultura generale”, viste come “propedeutiche” alle professioni tecnologiche (ingegneria e medicina), le materie scientifiche offrono in Italia, diversamente da quasi tutti gli altri paesi OCSE, scarse prospettive di lavoro in particolare nel campo della ricerca. Altri dati, la ricerca SIALS sugli adulti, o le indagini svolte sistematicamente in Europa sugli atteggiamenti dei cittadini (gli Eurobarometri), sembrano confermare questa interpretazione: manca un approccio scientifico ai problemi, non solo nella scuola, ma nella società, nei mezzi di comunicazione, nella classe dirigente. La mancanza (o la presenza) di competenze nell’individuare i problemi, nel ricercare spiegazioni, e nell’utilizzare prove basate su dati per giustificare e argomentare le proprie decisioni, costituisce infatti un circolo vizioso (o virtuoso) tra società e scuola, e questo circolo potrebbe spiegare, almeno in parte, le differenze corrispondenti alle aree geografiche e ai tipi di scuola rilevate.

Riferimenti bibliografici

Eurydice (2002), *Key Competencies*, Bruxelles.

INVALSI (2007), *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma.

OECD (2000), *Literacy in the Information Age: Final Report of the International Adult Literacy Survey*, OECD-Statistics Canada, Parigi.

OECD (2005), *Definition and Selection of Key Competencies*, Parigi.

OECD (2007), *Education at a Glance 2007. OECD Indicators*, Parigi.



3. Le disparità di risultati in PISA 2006: un confronto interregionale e internazionale

di Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)

3.1 Presentazione

L'Indagine PISA 2006 rappresenta il terzo ciclo della rilevazione dell'Ocse – Programme for International Student Assessment – volta a misurare le competenze dei quindicenni scolarizzati dei diversi paesi in alcuni ambiti fondamentali. Il focus dell'Indagine 2006 sono state le scienze, dopo la lettura nel 2000 e la matematica nel 2003.

La popolazione valutata è quella dei quindicenni poiché tale età, in molti dei paesi partecipanti all'indagine, corrisponde al termine dell'obbligo di istruzione e coincide con la scelta di proseguire gli studi o di entrare nel mondo del lavoro. La domanda cui cerca di rispondere PISA è dunque: qual è il livello di alcune competenze fondamentali con cui gli studenti si preparano ad affrontare le sfide poste dal mercato del lavoro o quelle dell'istruzione superiore?

Se si guarda al risultato italiano complessivo la situazione è piuttosto sconcertante: il punteggio medio degli studenti italiani in scienze, infatti, è 475, rispetto alla media Ocse pari a 500; in matematica è 462, rispetto a 498 della media Ocse; in lettura il punteggio medio è 468 per l'Italia, 492 per l'Ocse.

Tuttavia, qualora si articolino i risultati italiani dei diversi ambiti per ripartizioni e per regioni, diventa chiaro come essi siano le medie di valori molto distanti tra loro, esattamente come è successo nell'Indagine PISA del 2003. Il punteggio medio conseguito dagli studenti in scienze, ad esempio, varia dal Nord-ovest 501, al Nord-est 520, al Centro 486, al Sud 448, al Sud-Isole 432.

Alcune differenze, inoltre, si possono notare anche fra i risultati di studenti di regioni diverse, pur comprese all'interno delle stesse ripartizioni geografiche. Se si prende ad esempio il Nord-ovest, si potrà osservare, infatti, che gli studenti liguri ottengono sistematicamente risultati inferiori ai piemontesi e ai lombardi e che questi ultimi primeggiano rispetto ai piemontesi in tutti gli ambiti, tranne in lettura.

Come si situano i risultati degli studenti piemontesi in questo scenario?

Il Piemonte ottiene risultati abbastanza buoni. In scienze il risultato medio degli studenti piemontesi è 508, valore più elevato della media Ocse, superiore a quello del Nord-ovest, sostanzialmente uguale a quello di Lombardia (511) e anche dell'Emilia-Romagna (510), ma nettamente al di sotto di quello del Veneto (531) e del Friuli-Venezia Giulia (534). In matematica gli studenti piemontesi ottengono un ri-

Tabella 3.1. Campione degli studenti PISA 2006, articolato per indirizzo di studio

Regioni	Campione studenti PISA 2006	Campione studenti senza Corsi professionali	Campione studenti Licei	Campione studenti Istituti tecnici	Campione studenti Istituti professionali	Campione studenti Scuole medie	Campione studenti Corsi professionali
Piemonte	1.478	1.478	632	510	322	14	-
Lombardia	1.524	1.405	549	539	309	8	119
Veneto	1.530	1.400	528	523	336	13	130
Emilia-Romagna	1.531	1.531	599	590	342	-	-
Friuli-Venezia Giulia	1.578	1.578	716	492	367	3	-
Liguria	1.753	1.444	683	429	315	17	309
Campania	1.406	1.406	660	416	317	13	-
Basilicata	1.507	1.477	584	539	352	2	30
Puglia	1.540	1.540	656	505	370	9	-
Sardegna	1.390	1.390	623	516	230	21	-
Sicilia	1.354	1.354	611	373	331	39	-
Trento	1.757	1.199	496	508	195	-	558
Bolzano	2.084	1.642	731	611	280	20	442

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati Ocse/PISA 2006



sultato (492) di poco inferiore rispetto alla media OCSE (498) e inferiore rispetto alle altre regioni del Nord Italia. In lettura, infine, gli studenti piemontesi hanno risultati migliori della media OCSE (492), poiché ottengono 506 punti, e inferiori, fra le regioni italiane, solo ai punteggi di Veneto (518) e Friuli-Venezia Giulia (519).

Dunque, una migliore comprensione dei risultati dell'Italia si ha qualora si raffrontino le performance delle diverse regioni italiane.

Nei paragrafi successivi si cercherà di compiere tale operazione con particolare attenzione ai dati degli studenti piemontesi, che saranno messi a confronto con quelli delle altre regioni italiane. Questo ci permetterà di capire come si sono comportati gli studenti piemontesi rispetto a quelli delle altre regioni e, in particolare, rispetto alle regioni del Nord che, come abbiamo visto brevemente in precedenza, hanno ottenuto risultati piuttosto buoni.

Prima di procedere all'analisi è necessaria una precisazione rispetto ai campioni scelti per il confronto. Nell'indagine PISA 2006, infatti, alcune regioni – Lombardia, Veneto, Liguria e Basilicata, così come le province autonome di Trento e Bolzano¹ – hanno scelto di inserire nel campione di quindicenni scolarizzati anche gli studenti iscritti ai corsi di formazione professionale regionale, a differenza del 2003. Tale operazione – che ha buone motivazioni alla propria base – ha tuttavia reso disomogenei i campioni delle regioni italiane, impedendo un corretto confronto interregionale e intertemporale. Per tali regioni abbiamo ritenuto opportuno conteggiare nuovamente, rispetto ai dati diffusi dall'OCSE, sia le medie che le distribuzioni sulle scale di competenza in ciascun ambito, al fine di rendere i campioni regionali omogenei. Nei confronti che proporremo di seguito non sono stati quindi considerati i risultati degli studenti inseriti nei corsi di formazione professionale, percorso non presente nei campioni della maggior parte delle regioni messe a confronto².

Di seguito vengono riportati i valori relativi al numero di studenti che ciascun campione comprende a livello regionale (campione studenti), i valori dei campioni ricalcolati non prendendo in considerazione gli studenti inseriti nei corsi professionali, i valori relativi al numero di studenti per ciascun indirizzo di studio considerato nel campione (Tab. 3.1).

Nella tabella 3.2, inoltre, è possibile osservare le medie dei punteggi regionali ricalcolate per i tre ambiti di indagine, per le regioni in cui è stato necessario rendere omogeneo il campione rispetto alle altre.

Tabella 3.2. Confronto tra le medie fornite dall'OCSE e le medie ricalcolate per ogni ambito di indagine

Area geografica	Scienze		Matematica		Lettura	
	Media	Media senza Corsi professionali	Media	Media senza Corsi professionali	Media	Media senza Corsi professionali
Lombardia	499	511	487	497	491	503
Veneto	524	531	510	518	511	518
Liguria	488	491	473	475	483	487
Basilicata	451	452	443	444	446	447
Trento	521	549	508	535	508	539
Bolzano	526	548	513	536	502	534
OCSE	500	500	498	498	492	492

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

¹ Le Province Autonome di Trento e Bolzano non saranno poste a confronto con le regioni considerate in questo studio preliminare in quanto in entrambi i contesti gli studenti inseriti nelle scuole professionali rappresentano quote molto rilevanti del campione. Non considerare i loro risultati sbilancerebbe eccessivamente verso l'alto i risultati medi degli studenti e le relative distribuzioni sulle scale di competenza e considerarli minerebbe l'omogeneità dei campioni rispetto alle regioni in cui non sono presenti i corsi di formazione professionale (si vedano i dati nelle tabelle 3.1 e 3.2)

² Bisogna inoltre considerare il fatto che al fine di avere un campione rappresentativo a livello di indirizzo, gli studenti delle Scuole professionali sono stati sovra-campionati rispetto all'effettiva presenza nella popolazione.

Due le osservazioni interessanti. Tutte le regioni considerate presentano un punteggio medio ricalcolato senza la formazione professionale più elevato rispetto alla media calcolata dall'OCSE, ma l'impatto di tale indirizzo di studi sulla media è sensibilmente differente nelle diverse regioni. Tale situazione potrebbe essere influenzata dalla quota di studenti inseriti nella formazione professionale compresi nel campione di ogni regione. Essi rappresentano, infatti, l'8% degli studenti nei campioni veneto e lombardo, che vedono aumentare di molti punti i propri punteggi medi ricalcolati, ma solo l'1% del campione della Basilicata, che vede aumentare i propri punteggi medi ricalcolati di un solo punto. Caso a parte quello della Liguria che, pur avendo nel campione il 18% degli studenti inseriti nella formazione professionale, presenta punteggi medi ricalcolati che si discostano di pochi punti rispetto alle medie fornite dall'OCSE, confermando una performance non molto buona anche in altri indirizzi di studio.

Il secondo ordine di considerazioni attiene invece alle differenti situazioni di Lombardia e Veneto. La Lombardia ha conseguito nel 2006 punteggi più bassi rispetto all'Indagine 2003 anche qualora non si tengano in considerazione le performance degli studenti della formazione professionale. Per il Veneto, qualora si confrontino le medie fornite dall'OCSE con quelle ricalcolate da noi, emerge una differenza di punteggi a sfavore delle medie calcolate dall'OCSE. Però, se si confrontano le medie 2006 ricalcolate con quelle 2003 si nota un miglioramento in tutti gli ambiti. Quali sono i fattori che hanno permesso un innalzamento dei già elevati punteggi medi e quali le azioni che consentono di ottenere punteggi relativamente elevati anche in quei filoni di studi – Istituti professionali e anche corsi di formazione professionale – che invece nelle altre regioni hanno risultati sensibilmente inferiori rispetto agli altri indirizzi? Un approfondimento in tal senso potrebbe fornire indicazioni utili anche per le politiche di intervento nelle altre regioni italiane.

Un secondo proficuo termine di paragone per il Piemonte può essere quello con i risultati ottenuti dagli studenti di alcune selezionate regioni straniere, simili dal punto di vista socioeconomico all'area piemontese, che hanno partecipato all'Indagine PISA 2006 ottenendo buoni risultati. Se è vero, infatti, che i risultati degli studenti piemontesi possono essere considerati abbastanza buoni nel confronto interregionale italiano, è interessante capire se tali performance vengano confermate anche dal confronto nel contesto internazionale.

Le informazioni contenute nell'Indagine OCSE-PISA 2006 consentono la comparazione delle performance degli studenti in un ambito sia interregionale sia internazionale con una più vasta base informativa rispetto all'Indagine 2003, risultato dell'incremento dei contesti in cui i campioni PISA risultano rappresentativi della popolazione di quindicenni scolarizzati a livello regionale.

I contesti regionali, qui messi a confronto, appartengono a quattro paesi europei: l'Italia, la Spagna, il Belgio e il Regno Unito, per i quali il Rapporto Internazionale dell'OCSE offre dati regionali comparabili. Essi identificano aree con dimensioni simili per estensione geografica e demografica, oltre che per composizione socioeconomica.

Le regioni che hanno partecipato con campioni rappresentativi all'Indagine PISA 2006 e che sono state inserite in questo confronto sono:

- per l'Italia: il Piemonte, la Lombardia, il Veneto, l'Emilia-Romagna, il Friuli-Venezia Giulia, la Liguria, la Campania, la Basilicata, la Puglia, la Sicilia e la Sardegna;
- per la Spagna: i Paesi Baschi, la Castiglia e Leon, la Catalogna e l'Aragona (all'indagine partecipano, con campioni rappresentativi, anche Andalusia, Cantabria, Galizia, Rioja, Navarra e Asturie, non inserite nel nostro confronto per differenze sia di dimensione territoriale sia di caratteristiche socioeconomiche);
- per il Belgio: la Comunità Fiamminga (all'indagine partecipano, con campioni non altrettanto rappresentativi, anche la Comunità Francese e la Tedesca);
- per il Regno Unito: la Scozia (partecipano, con campioni non rappresentativi, anche Inghilterra, Irlanda del Nord e Galles)

I paragrafi seguenti sviluppano confronti tra i risultati medi delle diverse aree regionali e analizzano la dispersione dei risultati nei differenti ambiti di competenza. Vengono presi in considerazione, per le re-

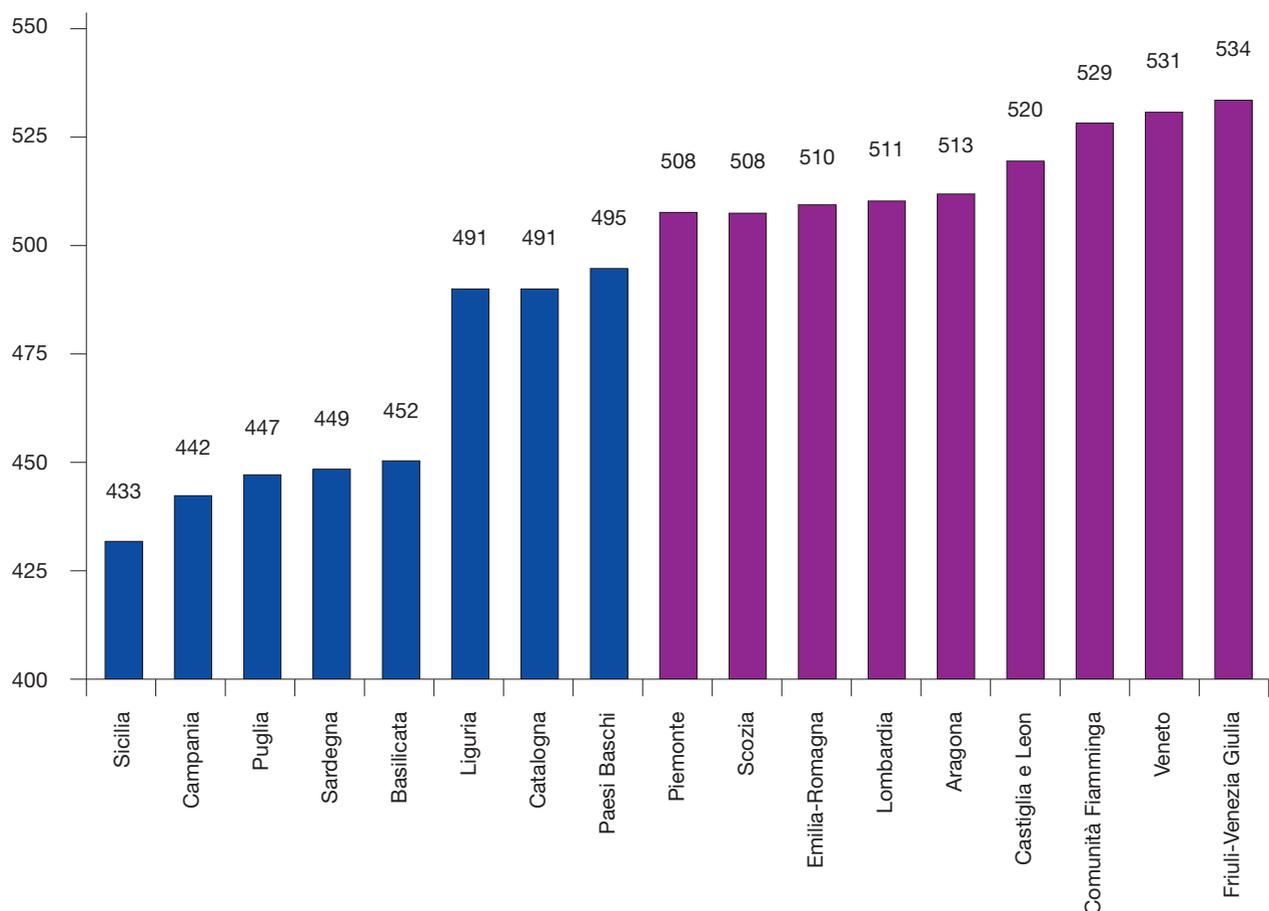


gioni per le quali tale confronto è possibile, i dati dell'Indagine 2003 e i dati dell'Indagine 2006, al fine di effettuare confronti dei risultati nel tempo e di monitorare gli indicatori di tendenza. Tali comparazioni devono tuttavia sottostare ad alcuni vincoli. La specificità dell'indagine – che approfondisce a ogni ciclo un ambito di competenza differente³ – e il fatto che il campione italiano sia articolato per campioni regionali rappresentativi solo a partire dal secondo ciclo (2003) e solo per alcune regioni, permette di confrontare i risultati in matematica e in lettura e, parzialmente⁴, per le scienze, tra il 2003 e il 2006 solo per il Piemonte, la Lombardia e il Veneto, uniche regioni presenti in entrambe le rilevazioni.

3.2 Le competenze in scienze

Dal confronto tra i risultati medi in scienze dell'Indagine PISA 2006, articolati per regione, emerge come il Piemonte si trovi in una posizione intermedia: al di sopra della media OCSE e di quella del Nord-ovest, e tuttavia in posizione meno elevata rispetto a quella di altre grandi regioni del Nord. In parti-

Figura 3.1. Confronto interregionale internazionale dei punteggi medi in scienze

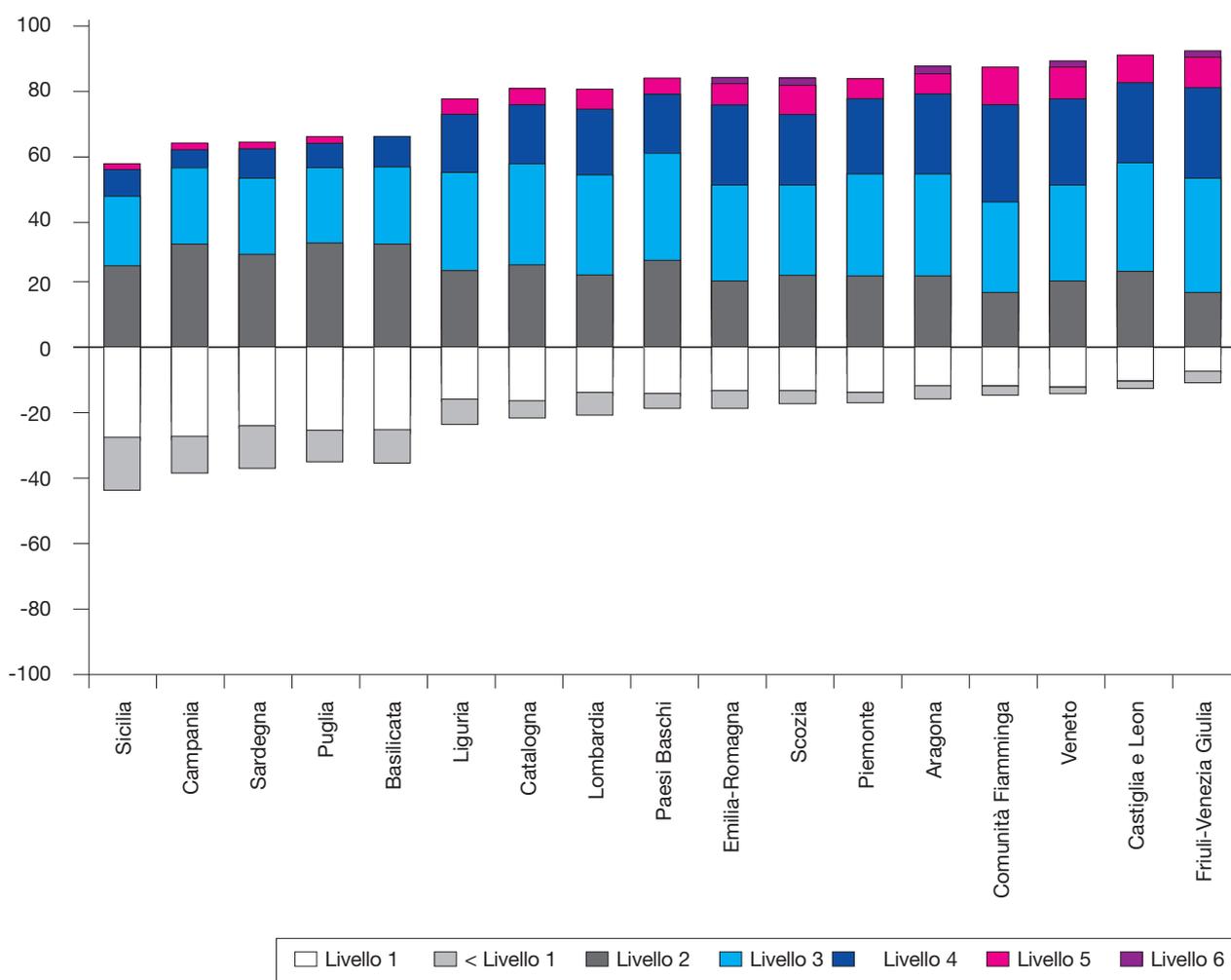


Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

³ Nel 2000 l'ambito di competenza approfondito è stato quello della lettura, nel 2003 quello della matematica e nel 2006, come già ricordato, quello delle scienze.

⁴ Per le scienze è possibile osservare l'andamento medio degli studenti tra il 2003 e il 2006 ma non è ancora possibile effettuare confronti con le scale di competenza delle indagini precedenti in quanto l'attuale ciclo (PISA 2006) studia per la prima volta tale area in modo approfondito, implicando una più precisa definizione degli ambiti legati alla sua conoscenza e una valutazione delle competenze attraverso una scala di competenza i cui gradini (*cutpoints*) sono stati, in questa occasione, stabiliti con maggiore precisione.

Figura 3.2. Confronto della distribuzione dei punteggi sulle scale di competenza in scienze



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

colare, gli studenti dell'Emilia-Romagna e della Lombardia ottengono punteggi sostanzialmente analoghi a quelli piemontesi, mentre gli studenti di Veneto e Friuli-Venezia Giulia ottengono punteggi nettamente superiori.

Le differenze tra i risultati in scienze, articolati per genere, risultano a favore delle studentesse in Piemonte, Lombardia, Liguria, Basilicata, Puglia, Sardegna, Sicilia, a favore degli studenti in Emilia-Romagna (13 punti) e in Campania (20 punti), e con minor forza in Veneto e Friuli-Venezia Giulia. Non emerge quindi un modello di genere nella lettura dei risultati dell'ambito delle scienze, contrariamente a quanto accade per la matematica, ambito in cui i risultati sono sistematicamente a favore dei maschi, e per la lettura, in cui sono a favore delle femmine.

Quando si esamina la distribuzione degli studenti lungo le scale di competenza emergono alcuni risultati interessanti. La scala di competenza in scienze è composta da sette livelli, da sotto il livello 1 al livello 6. L'OCSE ha definito in modo approfondito le difficoltà e le abilità necessarie per appartenere a ognuno di questi livelli e ha considerato come soglia minima di competenza, per ritenere lo studente in grado di affrontare i problemi quotidiani in ambito scientifico, il livello 2.

Le regioni del Sud Italia mostrano percentuali comprese tra il 30% e il 40% degli studenti inseriti in livelli di competenza inferiori al 2, mentre un ulteriore terzo degli studenti è inserito al livello 2, il minimo sopra la sufficienza.



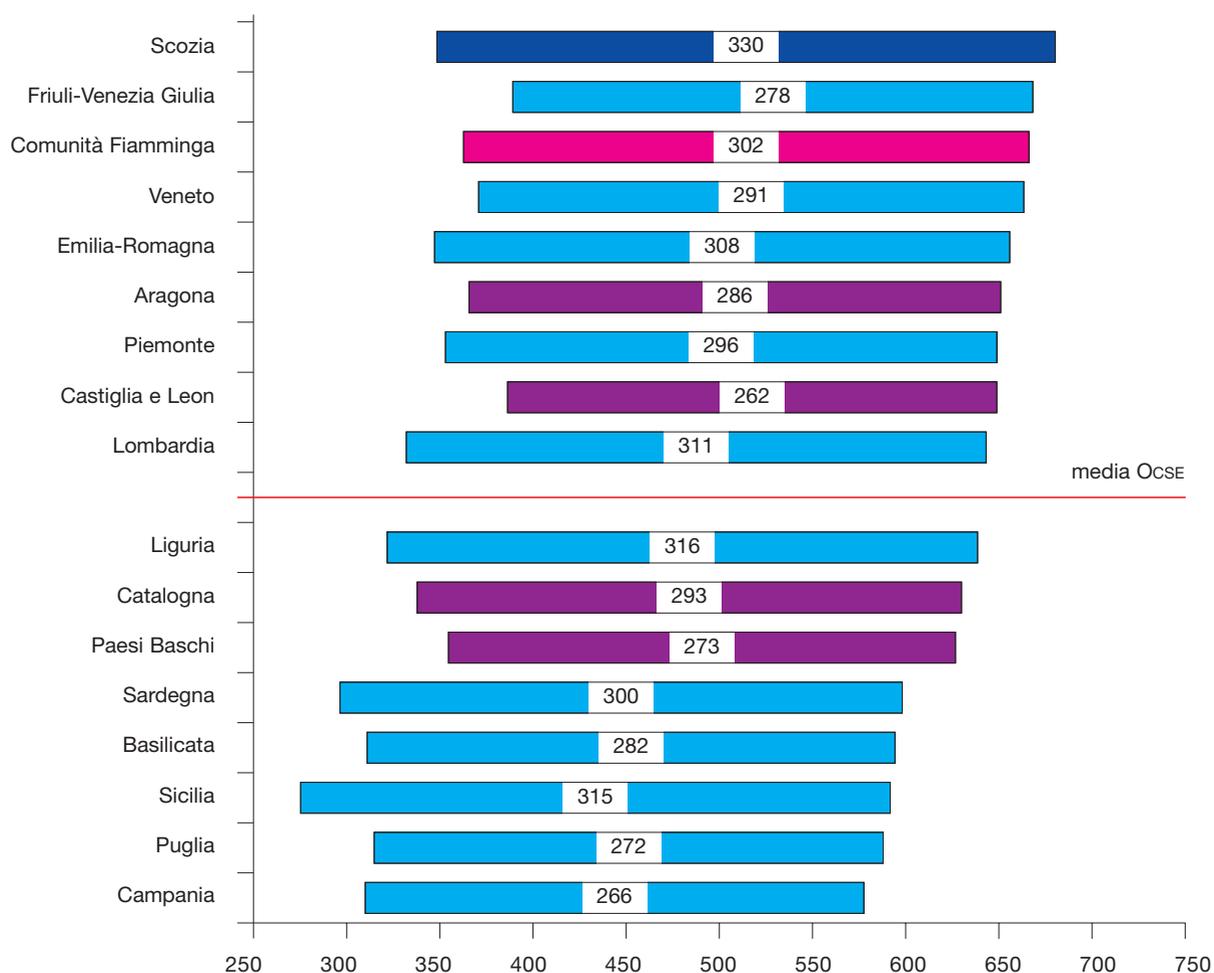
Nelle regioni del Nord aumenta il numero degli studenti inseriti al livello 3 a discapito dei livelli inferiori e, nelle regioni con risultati migliori, diventa consistente anche la quota di studenti che si situano al quarto livello della scala di competenza: Friuli-Venezia Giulia 28%, Veneto 26%.

Il Piemonte, nel contesto interregionale, ha una distribuzione dei risultati "migliore" della media: gli studenti piemontesi situati al di sotto del livello 2 sono meno del 20% e il 7% si posiziona ai livelli 5 e 6, con performance, a livello italiano, inferiori solo a quelle di Veneto e Friuli-Venezia Giulia.

Qualora il contesto di paragone si estenda, arrivando a comprendere anche alcune regioni straniere considerate interessanti per un confronto, i risultati della regione si confermano abbastanza buoni. Il punteggio medio è infatti superiore a quello di Catalogna e Paesi Baschi, simile a quello di Scozia e Aragona, inferiore, tuttavia, a quello di Castiglia e Leon in Spagna e Comunità Fiamminga del Belgio. Queste due regioni, in particolare, meritano attenzione: esse presentano una quota elevata di studenti che si situano al quarto livello della scala di competenza (il 29% per la Comunità Fiamminga, il 25% per Castiglia e Leon) e una quota molto contenuta di studenti inseriti sotto il livello 1 (soprattutto la Castiglia e Leon con solo lo 0,9%).

Una delle domande spesso prospettata nel caso delle analisi dei dati PISA a livello internazionale chiede: i buoni risultati delle regioni con performance migliori vengono ottenuti a sfavore dell'equità? Ovvero nelle regioni in cui una quota superiore degli studenti occupa i livelli più alti della scala di competenza, vi sono anche disparità maggiori di risultato tra gli studenti? Una prima misura di tale fenomeno

Figura 3.3. Disparità dei risultati in scienze tra i percentili 5° e 95°



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

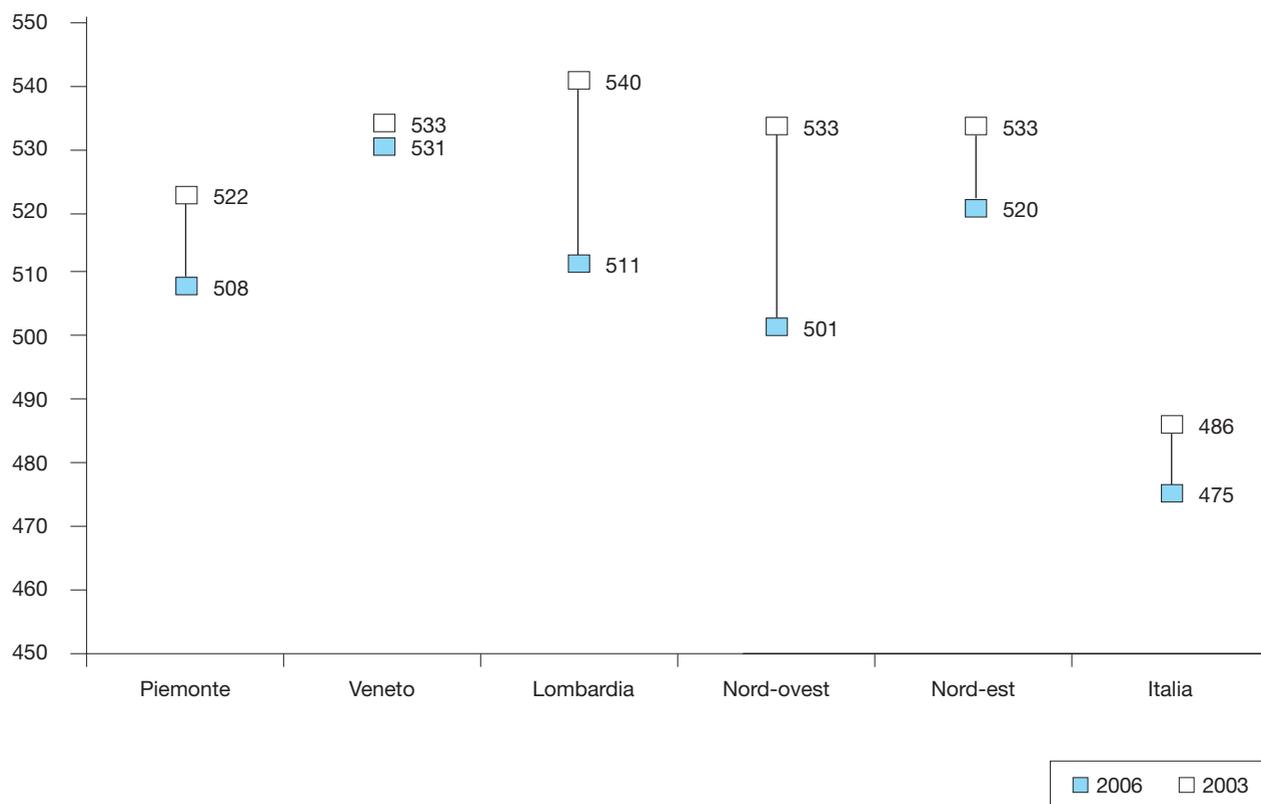
meno, ovvero dell'ampiezza delle disparità tra chi ottiene i risultati migliori e chi ottiene i risultati peggiori è data dalla dispersione dei risultati, ossia dall'analisi del campo di variazione dei risultati intorno alla media⁵. Osservando i risultati possiamo notare che non esiste una regola precisa. Tuttavia, si può registrare una tendenza all'omogeneità verso buone performance sia nel contesto spagnolo sia in quello italiano delle regioni del Nord: è il caso di Castiglia e Leon, Aragona e Paesi Baschi in Spagna, Piemonte, ma soprattutto Veneto e Friuli-Venezia Giulia in Italia. Invece, nelle regioni dell'Italia del Sud, particolarmente in Campania e Puglia, vi è omogeneità verso performance basse. L'associazione tra performance limitate e alta dispersione si ha in Sicilia e Liguria e quella tra risultati medi particolarmente elevati ed elevato livello di dispersione dei risultati in Scozia, nella Comunità Fiamminga, in Lombardia ed Emilia-Romagna.

3.2.1 Confronto dei risultati 2003-2006 in scienze

Per l'ambito delle scienze possiamo confrontare i risultati medi 2003 e 2006 ma non la distribuzione nei livelli delle scale di competenza, elaborate per questo ambito solo a partire dal 2006 (Cfr. nota 4).

Tutte le aree geografiche vedono diminuire i punteggi medi, in maniera più o meno accentuata: il Piemonte passa da 522 nel 2003 a 508 nel 2006 (valori superiori alla media Ocse); la Lombardia vede una

Figura 3.4. Confronto tra i punteggi medi 2003 e 2006 in scienze



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2003-2006

⁵ Per calcolare la dispersione è stata presa in considerazione la distribuzione dei risultati. Da tale distribuzione sono stati sottratti i risultati più bassi e i risultati più elevati (inferiori al 5° e superiori al 95° percentile). Misurando la differenza tra i due estremi della distribuzione così modificata si ottiene la variabilità dei risultati per contesto regionale.



riduzione notevole del punteggio, da 540 a 511, rimanendo comunque in linea con i valori OCSE; in Veneto si osserva una riduzione molto contenuta del punteggio, da 533 a 531, decisamente al di sopra della media OCSE in entrambe le indagini.

3.3 Le competenze in matematica

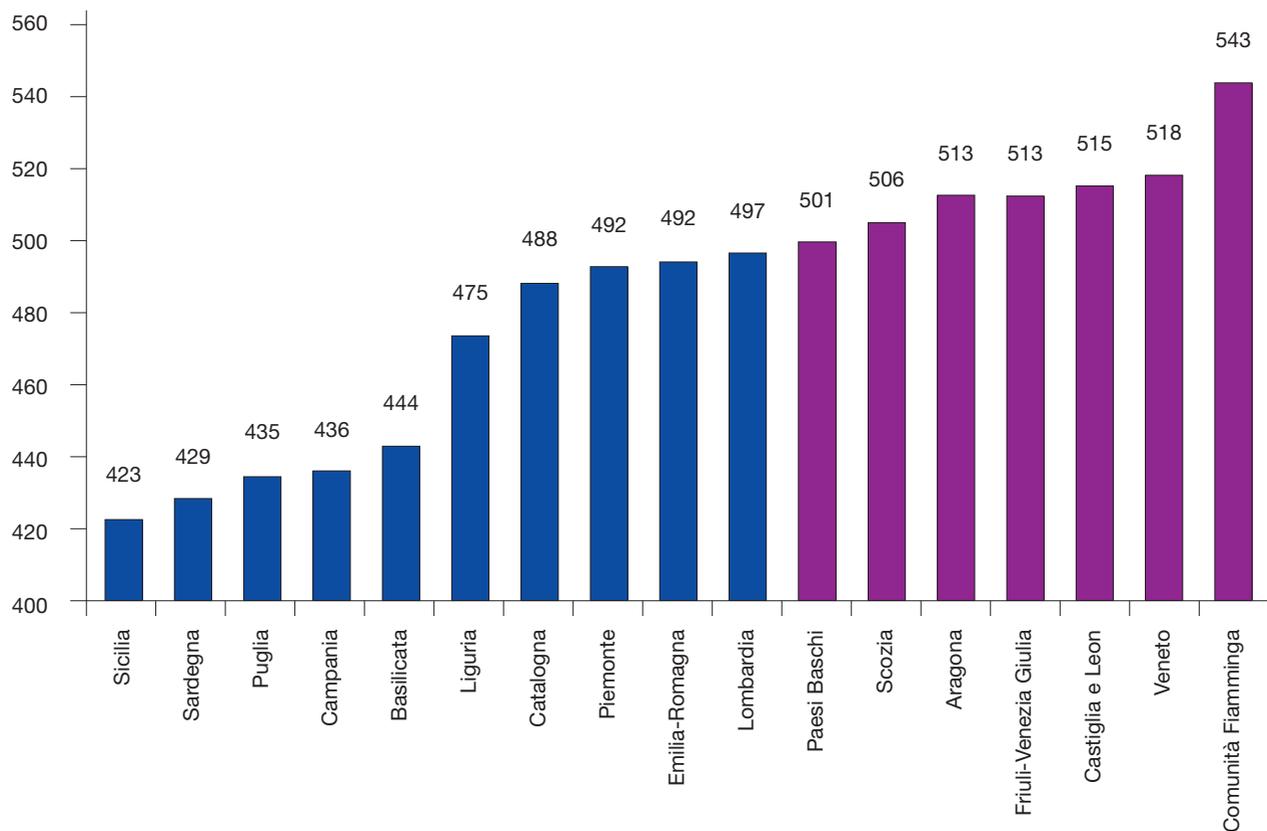
Per quanto riguarda le competenze in matematica la situazione è, per le regioni italiane, meno buona rispetto a quanto evidenziato per le scienze e vengono confermate le forti disparità regionali. Sono solo due, infatti, le regioni a posizionarsi al di sopra della media OCSE (498): Veneto (518) e Friuli-Venezia Giulia (513). In linea con la media vi sono Emilia-Romagna (494), Piemonte (492) e Lombardia (497). Decisamente al di sotto della media, invece, la Liguria e tutte le regioni del Sud.

Inoltre, in tutti i contesti regionali considerati, le differenze di genere nei risultati in matematica sono a favore dei maschi, confermando i risultati a sfavore del genere femminile del 2003.

Se si guarda alla distribuzione dei risultati lungo le scale di competenza, la disparità di performance tra regioni del Sud e regioni del Nord in Italia è ancora più netta rispetto a quanto osservato per i risultati dell'ambito di scienze: più del 40% degli studenti in Sicilia, Campania, Puglia, Sardegna e Basilicata registrano risultati inferiori al livello di sufficienza.

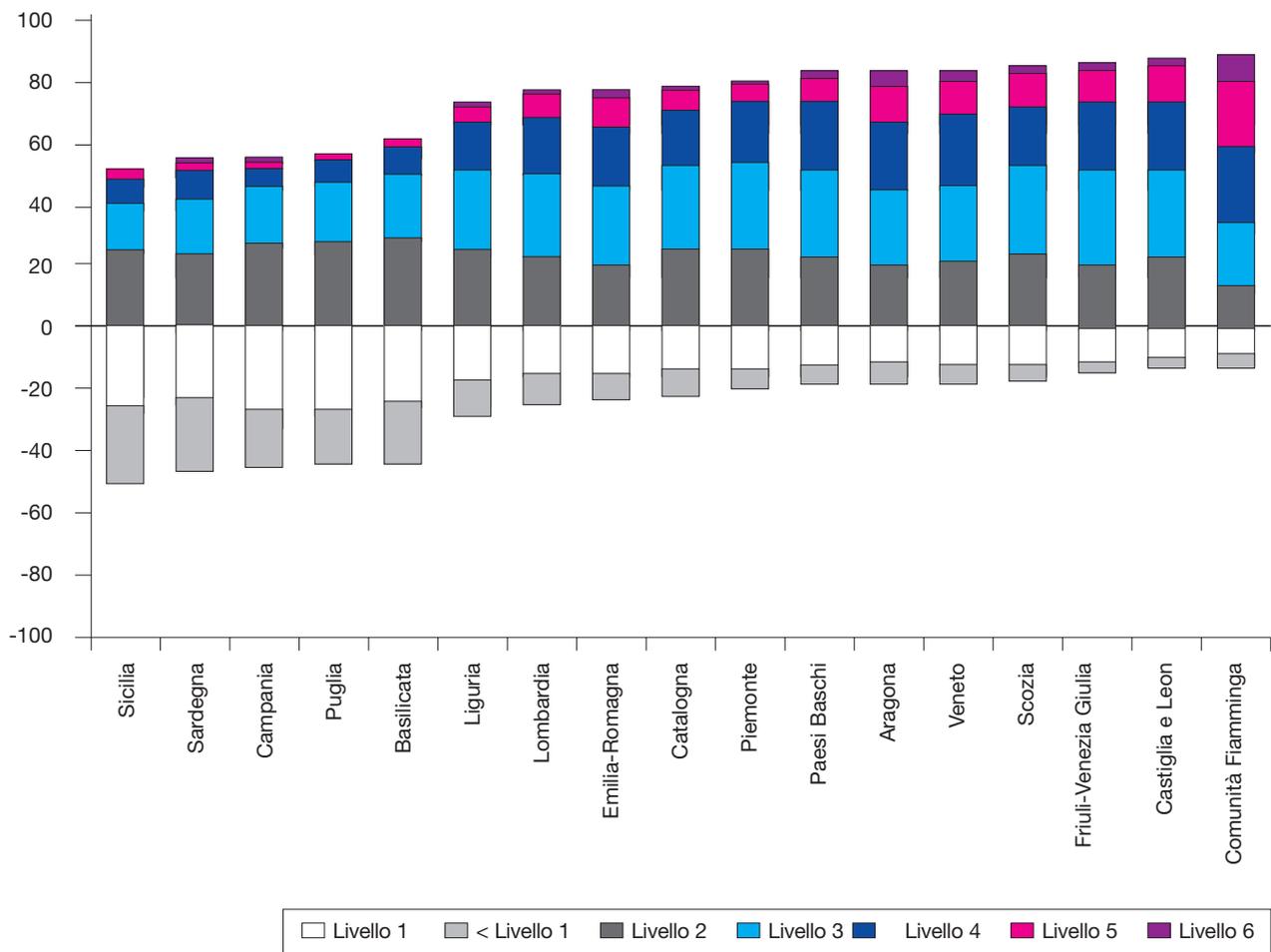
Le regioni del Nord-ovest, Lombardia compresa, hanno una distribuzione dei risultati simile a quella media dell'OCSE, date dal 20% circa di studenti sotto il livello 2 della scala di competenza in matematica e da percentuali crescenti degli studenti inseriti nei livelli superiori, mentre le regioni del Nord-est

Figura 3.5. Confronto delle medie in matematica



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Figura 3.6. Confronto delle scale di competenza in matematica



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

mostrano situazioni decisamente migliori. Veneto e Friuli-Venezia Giulia, infatti, non solo fanno contenere la quota degli studenti con risultati peggiori, ma annoverano anche percentuali più elevate di studenti inseriti nei livelli 5 e 6, rispetto alle altre regioni italiane. Il Friuli-Venezia Giulia, inoltre, registra un valore particolarmente contenuto di dispersione dei risultati, a conferma del buon livello di competenza raggiunto in modo complessivo dagli studenti di questa regione.

Se si guarda al contesto internazionale la situazione piemontese appare meno buona di quanto evidenzia il solo confronto interregionale italiano. Fra le regioni scelte per il confronto, infatti, solo la Catalogna presenta risultati inferiori a quelli degli studenti piemontesi (di soli 4 punti), mentre tutte le altre regioni mostrano risultati particolarmente buoni e, in alcuni casi, nettamente superiori a quelli piemontesi: Paesi Baschi 501, Scozia 506, Castiglia e Leon 515, Aragona 513, Comunità Fiamminga del Belgio 543.

Da notare, infine, gli ottimi risultati della Comunità Fiamminga anche sotto il profilo della distribuzione: ha una percentuale molto ridotta di studenti che non raggiungono un livello di competenze sufficiente, e allo stesso tempo vede quasi un terzo dei suoi studenti posizionarsi ai livelli superiori della scala, il 5 e il 6. Dunque, se è vero che la regione registra un'elevata dispersione dei risultati, ovvero un'ampia disparità di risultati tra gli studenti migliori e quelli meno brillanti, ciò avviene con riferimento a valori che sono tutti spostati verso il polo positivo della distribuzione, a confronto con le altre regioni. Si può forse dire che la distribuzione "si allunga" qualificandosi, anziché polarizzarsi.



Figura 3.7. Disparità dei risultati in matematica tra i percentili 5° e 95°



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

3.3.1 Confronto dei risultati 2003-2006 in matematica

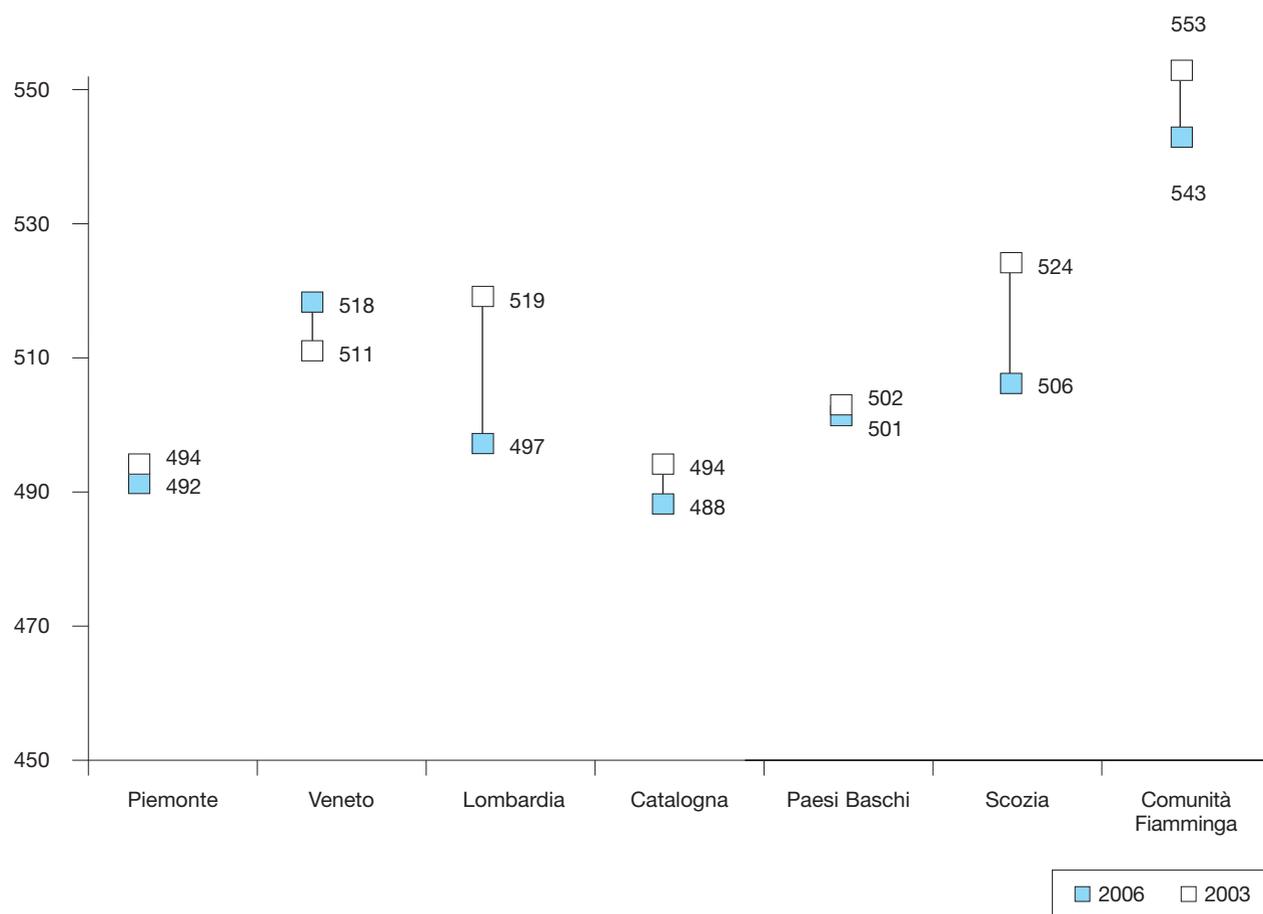
Il confronto diacronico tra risultati medi conseguiti dagli studenti in matematica nell'Indagine PISA 2003 e PISA 2006 è possibile in quanto tale area, focus di approfondimento del ciclo 2003 dell'Indagine PISA, è stata definita in modo articolato in entrambi i cicli. Le regioni italiane e straniere del nostro raggruppamento che hanno partecipato con campioni rappresentativi a entrambe le indagini sono la Lombardia, il Piemonte, il Veneto, la Catalogna, i Paesi Baschi, la Comunità Fiamminga del Belgio e la Scozia.

L'unica regione a vedere aumentare il risultato medio dei propri studenti è il Veneto, che passa da 511 punti nel 2003 a 518 nel 2006. Piemonte, Catalogna, Paesi Baschi e Comunità Fiamminga del Belgio riducono lievemente il proprio punteggio, mantenendo quindi praticamente invariato il risultato in matematica fra le due indagini.

I risultati di Lombardia e Scozia, invece, si riducono notevolmente: per la Lombardia si passa da 519 punti nel 2003, ben al di sopra della media OCSE, a 497 nel 2006, punteggio di poco inferiore alla media OCSE; la Scozia evidenzia una riduzione nel punteggio, passando dal 524 del 2003 al 506 del 2006, valori comunque in entrambe le indagini al di sopra della media OCSE.

Per quanto riguarda la distribuzione dei risultati degli studenti sulla scala di competenza, il caso più interessante è ancora quello del Veneto. Sono diminuiti, infatti, gli studenti inseriti nei primi quattro livelli della scala, soprattutto quelli del livello 3, a beneficio dei livelli superiori. In Piemonte, invece, si assiste al fenomeno inverso: è aumentata la percentuale di studenti inseriti nel secondo livello e si è ridotta la percentuale di studenti in tutti i livelli superiori.

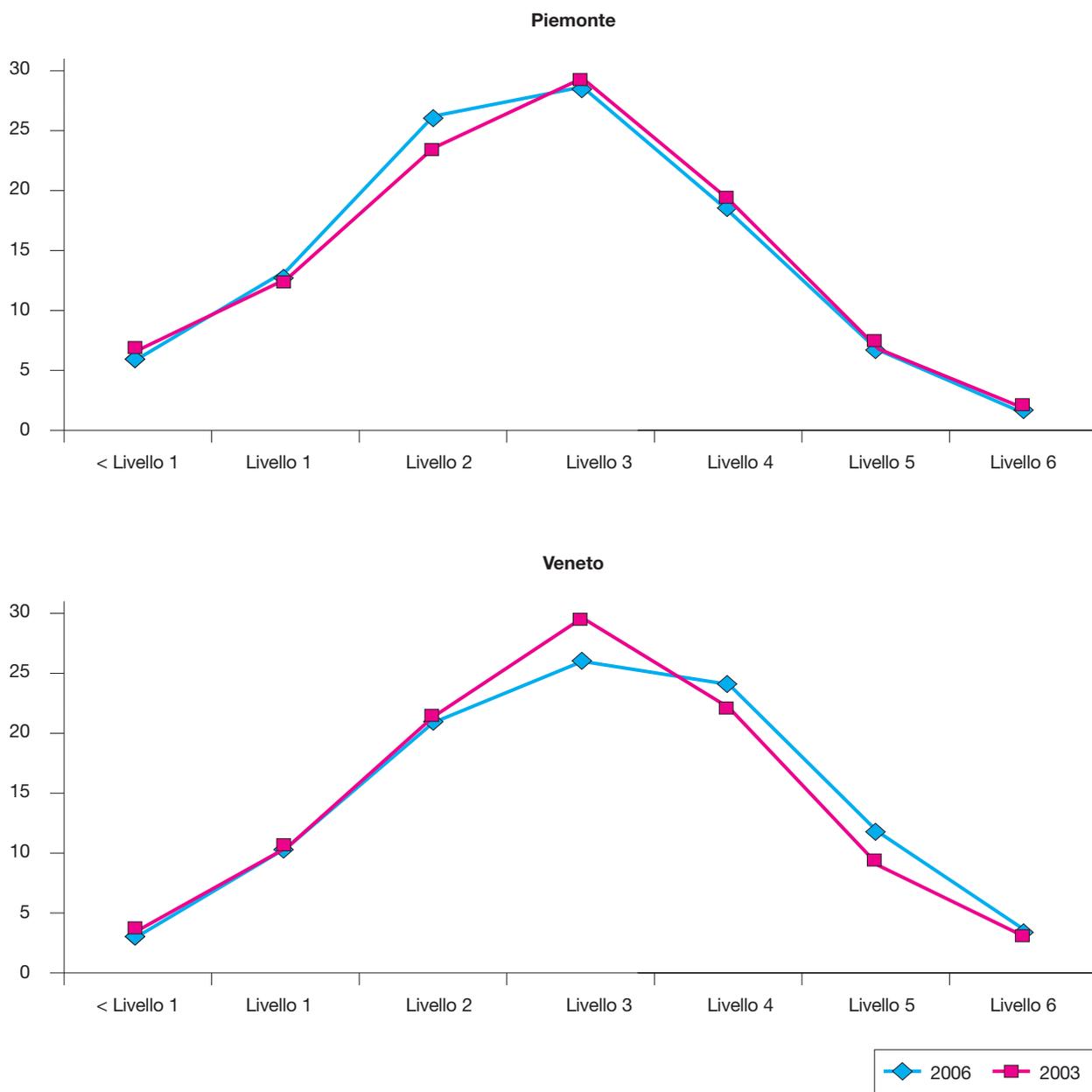
Figura 3.8. Differenze nei risultati medi in matematica tra PISA 2006 e PISA 2003



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2003-2006



Figura 3.9. Confronto tra le distribuzioni degli studenti nelle scale di competenza in matematica 2003 e 2006. Veneto e Piemonte a confronto

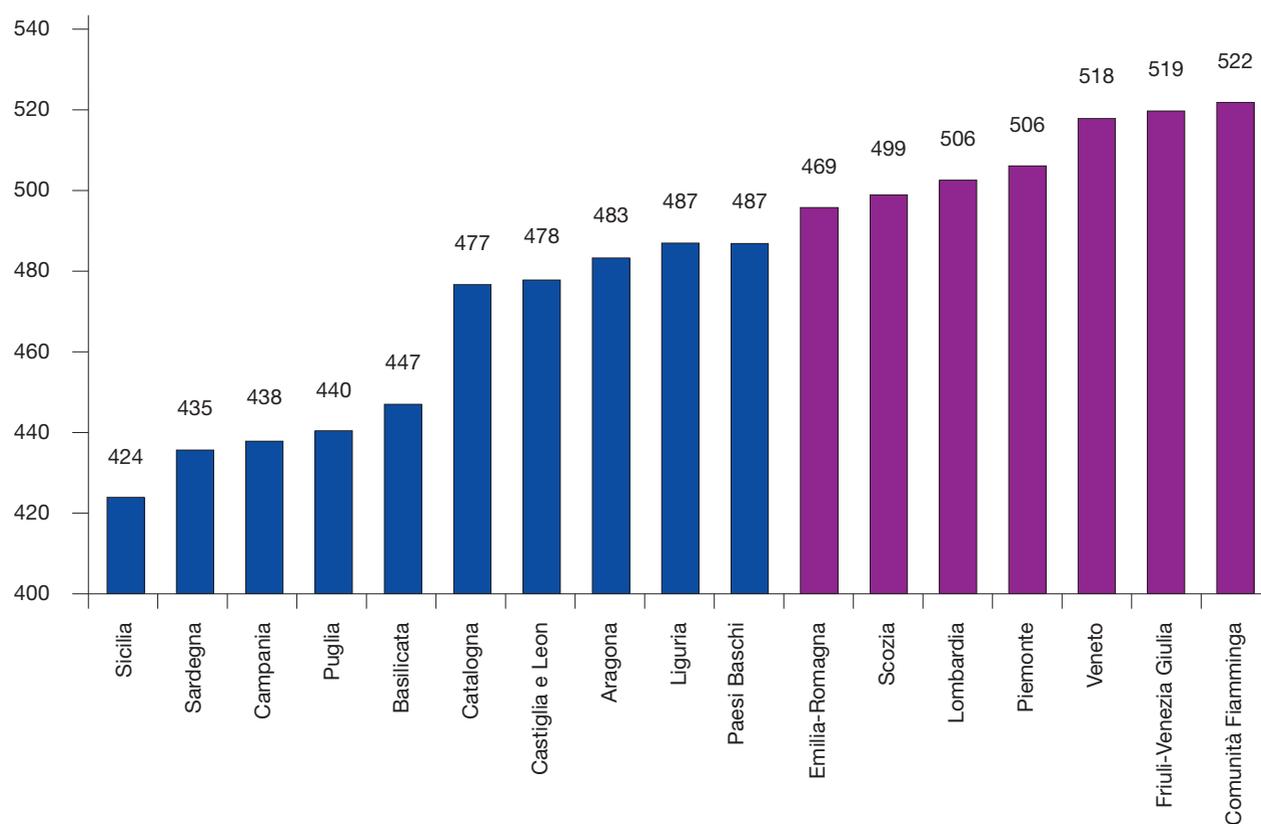


Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2003-2006

3.4 Le competenze in lettura

Anche nell'ambito della lettura si ritrovano i pattern di risultati evidenziati negli ambiti precedenti: le regioni italiane del Nord mostrano performance superiori (Emilia-Romagna 496, Lombardia 503, Piemonte 506, Veneto 518, Friuli-Venezia Giulia 519) o in linea con la media OCSE (è il caso della Liguria, con 487, con la media OCSE situata a 492). Le regioni del Sud Italia e delle Isole evidenziano invece performance molto inferiori al punteggio medio OCSE (Basilicata 446, Puglia 440, Campania 438, Sardegna 435 e Sicilia 424).

Figura 3.10. Confronto delle medie in lettura



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Il Piemonte nell'ambito della lettura evidenzia la miglior performance relativa: il punteggio medio degli studenti piemontesi è in quest'ambito inferiore solamente a quello dei veneti e dei friulani.

Le differenze tra i risultati in lettura, articolati per genere, in tutti i contesti regionali considerati, risultano a favore delle studentesse.

Dal confronto tra le distribuzioni degli studenti nella scala di competenza relativa alla lettura, si può osservare come le regioni del Nord Italia abbiano le quote maggiori di studenti nei livelli centrali della distribuzione (livello 3 e 4). È esclusa la Liguria, che mostra una distribuzione più concentrata nei livelli inferiori (livello 2 e 3) sia rispetto alle altre regioni sia rispetto ai valori OCSE.

Tra le regioni del Sud e del Sud-Isole la concentrazione nei livelli inferiori è particolarmente elevata: nel livello al di sotto del primo la quota di studenti è doppia rispetto al valore medio dell'OCSE in Sicilia e Sardegna (20%), è del 50% superiore in Basilicata (15%), Puglia e Campania (14%). Da evidenziare che, in tali regioni, più del 60% degli studenti non raggiunge il terzo livello della scala di competenza in lettura.

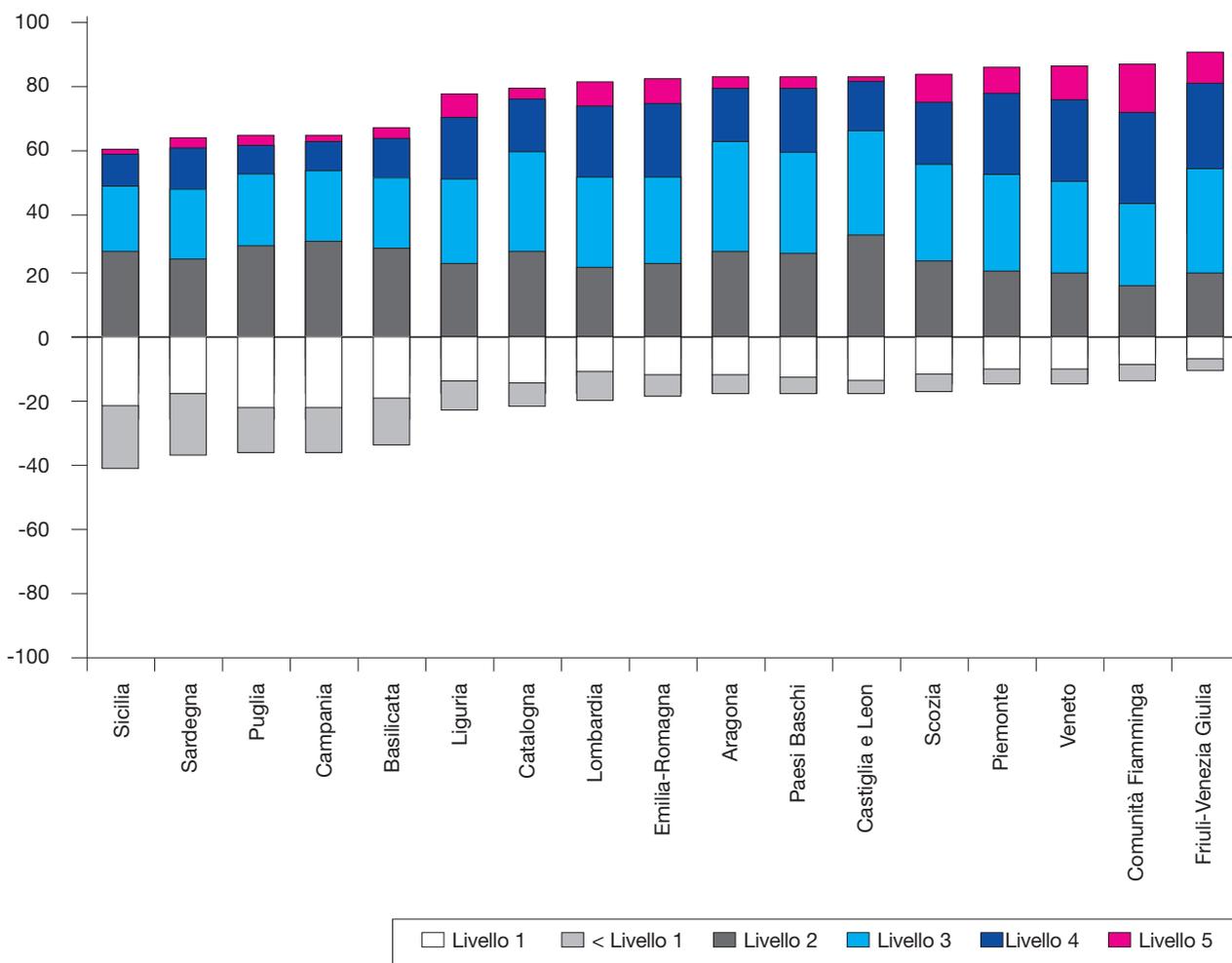
Il Veneto ha una distribuzione decisamente buona che, con pochi studenti ai livelli più bassi, concentra il 10,9% di studenti al livello più alto della scala di competenza, il quinto.

Il Piemonte si trova in buona posizione poiché mostra una distribuzione degli studenti che per più dell'80% è al di sopra del livello minimo di competenza stabilito dall'OCSE.

Se si allarga il confronto alle regioni straniere da noi selezionate il Piemonte mantiene la buona posizione rilevata in precedenza; solo la Comunità Fiamminga in Belgio mostra performance più elevate e una quota superiore di studenti che raggiungono il livello 5 della scala di competenza.



Figura 3.11. Confronto delle scale di competenza in lettura



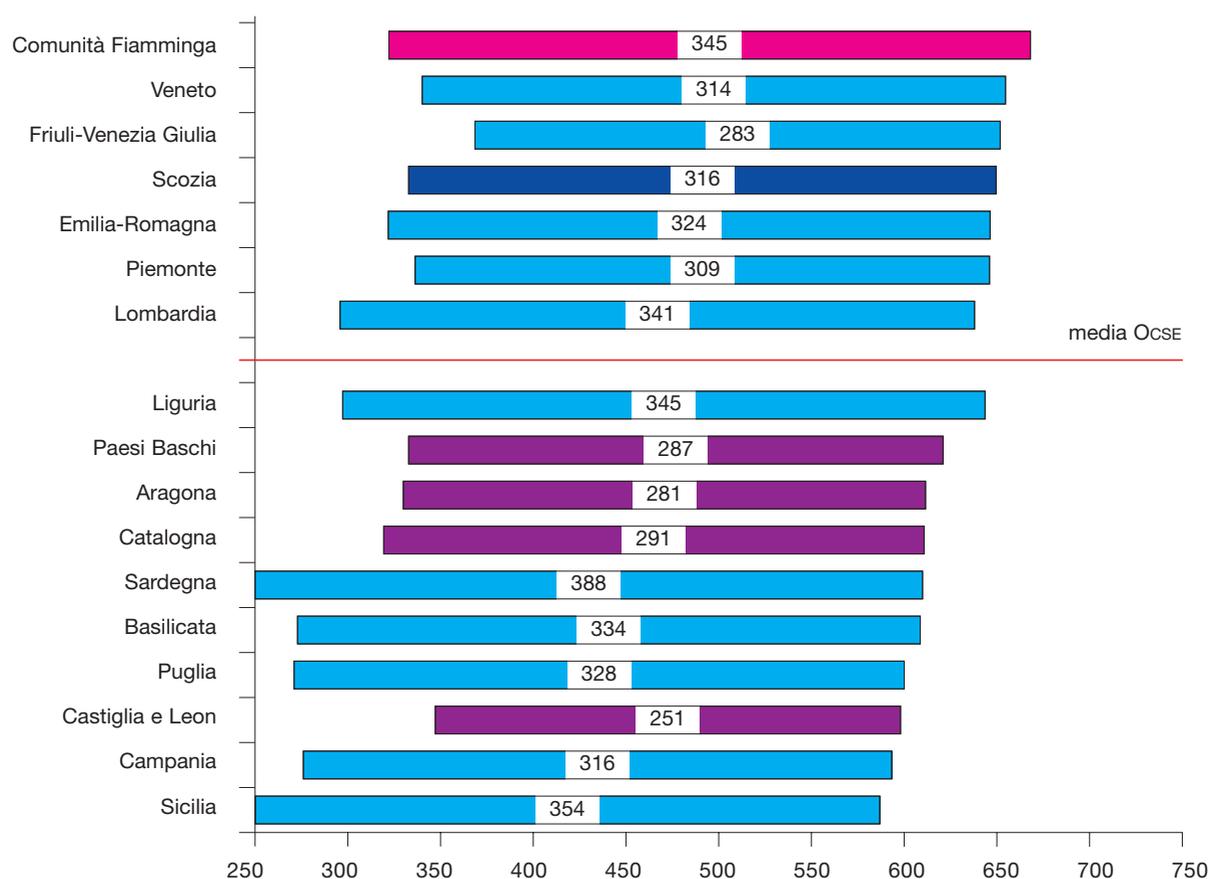
Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Come per gli altri ambiti esaminati, è interessante valutare anche il grado di dispersione dei risultati per le differenti regioni.

La situazione non è univoca. Si osserva una dispersione contenuta sia in regioni che ottengono buone performance (Piemonte, Veneto, Scozia ed Emilia-Romagna), sia in regioni che ottengono performance inferiori alla media OCSE (Paesi Baschi e Catalogna), sia in regioni con performance nettamente superiori alla media (Friuli-Venezia Giulia).

La dispersione risulta invece elevata nei contesti in cui i risultati sono notevolmente sotto la media, come in Sardegna e in Sicilia. Però valori elevati di dispersione si osservano anche nella regione che presenta le migliori performance in lettura, la Comunità Fiamminga, a sottolineare il fatto che sia cattive che buone performance possono risultare associate a un'ampia dispersione dei risultati, che può dunque assumere significati anche molto diversi. Lombardia e Liguria mostrano analoghi valori elevati di dispersione ma riferendosi a valori medi inferiori a quelli fiamminghi.

Figura 3.12. Disparità dei risultati in lettura tra i percentili 5° e 95°



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

3.4.1 Confronto dei risultati 2003-2006 in lettura

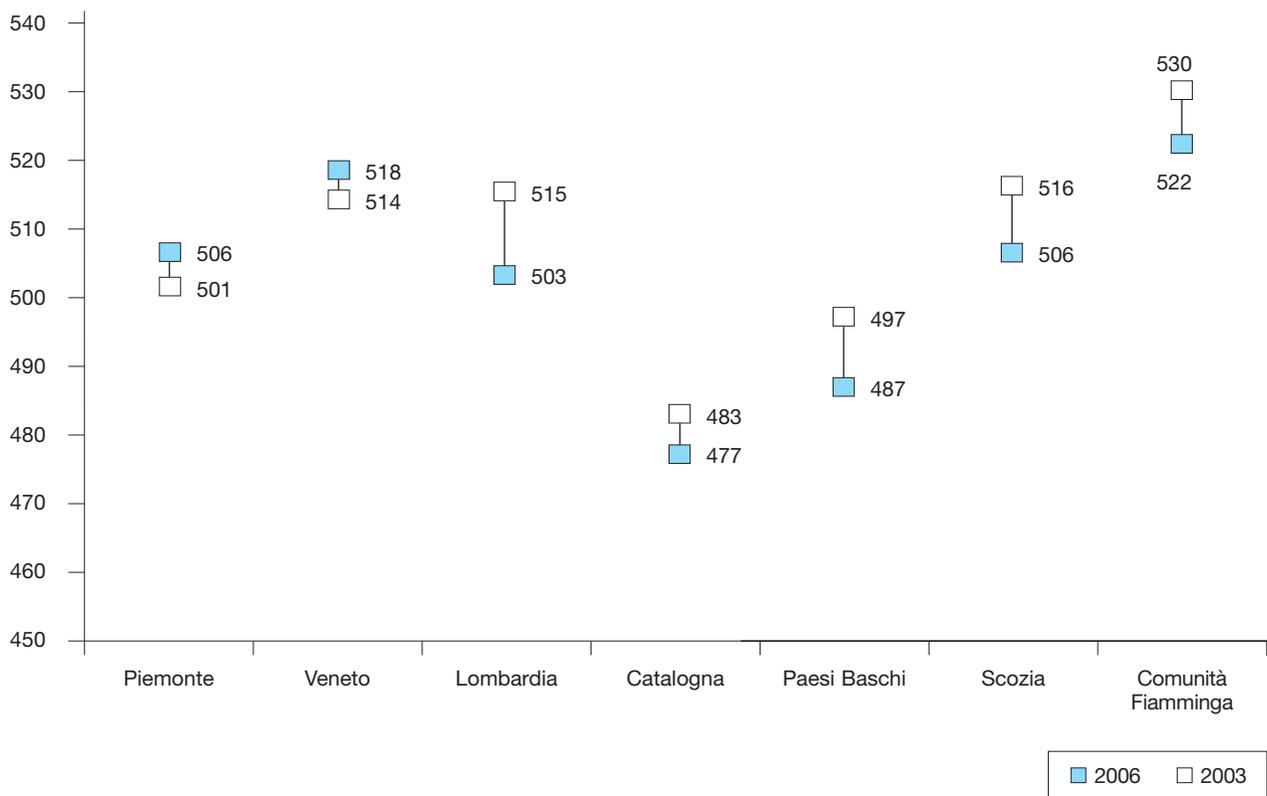
Anche per l'ambito della lettura è possibile effettuare un confronto tra i risultati medi degli studenti quindicenni inseriti nei campioni rappresentativi a livello regionale nelle indagini PISA 2003 e PISA 2006. Le regioni italiane e straniere del nostro gruppo che hanno partecipato con campioni rappresentativi a entrambe le indagini sono la Lombardia, il Piemonte, il Veneto, la Catalogna, i Paesi Baschi, la Comunità Fiamminga del Belgio e la Scozia.

Dal confronto tra i risultati nei due cicli emergono due tendenze. In Piemonte e in Veneto si assiste a un miglioramento – contenuto – delle prestazioni degli studenti: in Piemonte si passa da un punteggio medio di 501 nel 2003 a uno di 506 nel 2006, in Veneto da un punteggio di 514 nel 2003 a uno pari a 518 nel 2006.

In altre regioni si è registrato invece un peggioramento, anche se la diminuzione del punteggio si esprime con intensità differenti e con conseguenze difformi rispetto al posizionamento nei confronti della media Ocse. La diminuzione è più evidente in Lombardia (da 515 nel 2003 a 503 nel 2006) e in Scozia (da 516 nel 2003 a 499 nel 2006), anche se la media rimane al di sopra della media Ocse in entrambi i casi. È più contenuta, invece, nei Paesi Baschi, che passano da un punteggio di 497 nel 2003, sopra la media, a uno di 487 nel 2006, al di sotto della media Ocse, in Catalogna, che passa da 483 nel 2003 a 477 nel 2006, valori entrambi al di sotto della media Ocse e nella Comunità Fiamminga del Belgio, che passa da 530 nel 2003 a 522 punti nel 2006, valori nettamente al di sopra della media Ocse.



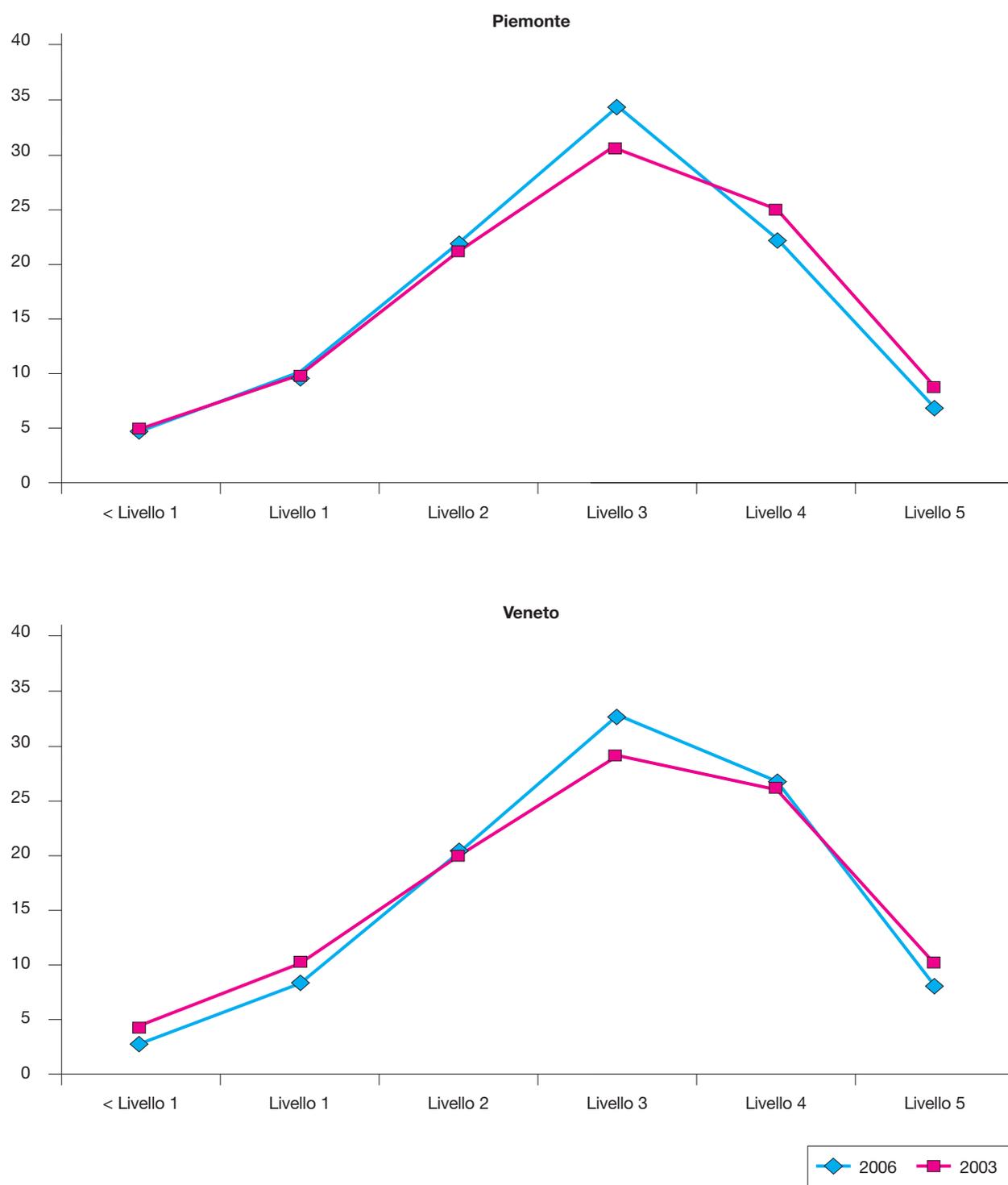
Figura 3.13. Differenze nei risultati medi in lettura tra PISA 2006 e PISA 2003



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2003-2006

Se si guarda al posizionamento degli studenti nei gradini della scala di competenza, a livello nazionale aumenta la percentuale di studenti con performance che si situano al livello più basso della scala, sotto il livello 1, si riduce la percentuale di studenti presenti al livello 3 e gli altri livelli mantengono i valori del 2003. Nel Nord-ovest aumentano le percentuali di studenti nei livelli inferiori della scala (sotto il livello 1, livello 1 e livello 2) mentre diminuiscono i valori nelle tre classi superiori (livello 3, livello 4 e livello 5): tale andamento è fortemente condizionato dalla performance degli studenti lombardi. In Piemonte, infatti, in controtendenza rispetto a quando accade nel Nord-ovest, sono costanti i valori delle classi inferiori e si riduce notevolmente l'aliquota di studenti nel livello 3 a beneficio dei livelli superiori: il livello 4 e il livello 5. Così accade anche in Veneto, in cui, tuttavia, si riduce anche la quota di studenti al livello 4.

Figura 3.14. Differenze nei risultati medi in lettura tra Pisa 2006 e Pisa 2003. Piemonte e Veneto a confronto



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2003-2006



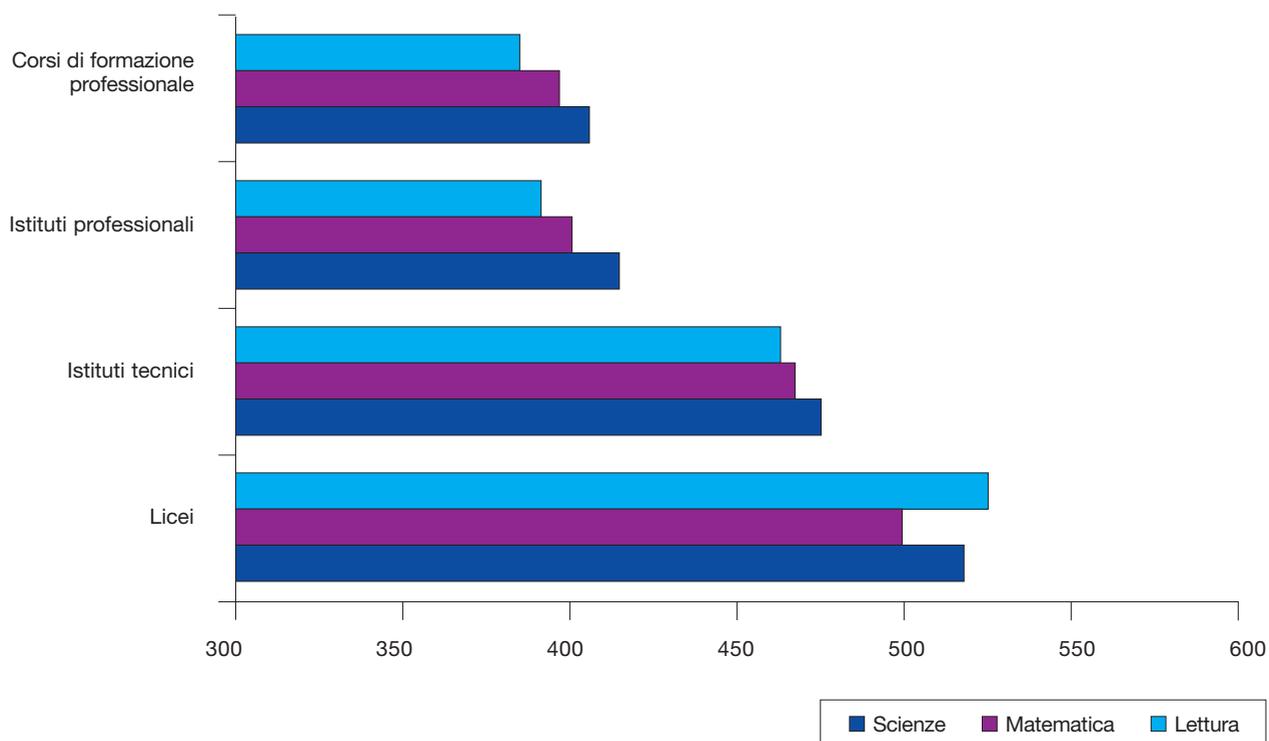
3.5 I risultati dell'Indagine PISA 2006 per indirizzi di studio

L'Indagine PISA 2006, come quella del 2003, permette di osservare i risultati non solo per regione di residenza degli studenti, ma anche per indirizzo di studio frequentato. È quindi possibile conoscere i risultati degli studenti che frequentano i Licei, gli Istituti tecnici, gli Istituti professionali e i corsi di formazione professionale per le regioni⁶ con un campione rappresentativo all'interno dell'indagine.

Ciascun indirizzo di studi e ciascuna regione mostrano delle peculiarità, che dovrebbero essere prese in considerazione nell'elaborazione delle politiche di intervento.

In tutti e tre gli ambiti di competenza i Licei si confermano come i percorsi formativi in cui sono presenti gli studenti con maggiori capacità di apprendere e rielaborare i contenuti in maniera soddisfacente, pur a fronte di differenze regionali considerevoli. Tuttavia, risultati piuttosto buoni, sovrapponibili in buona parte a quelli dei Licei, ottengono anche gli studenti degli Istituti tecnici, soprattutto nelle regioni del Nord. Gli studenti che frequentano gli Istituti professionali, invece, così come quelli iscritti ai Corsi di formazione professionale, ottengono risultati decisamente inferiori alla media, a livello sia internazionale e nazionale, sia di ripartizione e di regione. Ciò è piuttosto noto e, in un certo modo, atteso. Vale perciò ancor più constatare che vi sono regioni che riescono a contenere tali differenze, portando i ragazzi che frequentano gli Istituti professionali a raggiungere risultati più elevati di quanto facciano gli studenti inseriti negli stessi percorsi di studio nelle altre regioni: è il caso del Veneto e del Friuli-Venezia Giulia.

Figura 3.15. Risultati medi in scienze, matematica e lettura, per indirizzo di studio in Italia



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

⁶ Gli studenti che frequentano corsi di formazione professionale sono presenti solo nel campione di Lombardia, Veneto, Liguria e Basilicata.

Vediamo i risultati più nel dettaglio. In scienze i valori medi degli studenti dei Licei delle regioni del Nord si posizionano 50-70 punti al di sopra della media Ocse, Basilicata e Sardegna (con 500 punti) si allineano sul valore medio Ocse, mentre risultano vicine ma al di sotto le medie di Puglia (495) e Sicilia (485). La Campania, invece, mostra un valore medio (474) decisamente più contenuto rispetto alla media generale Ocse (500) anche per gli studenti dei Licei.

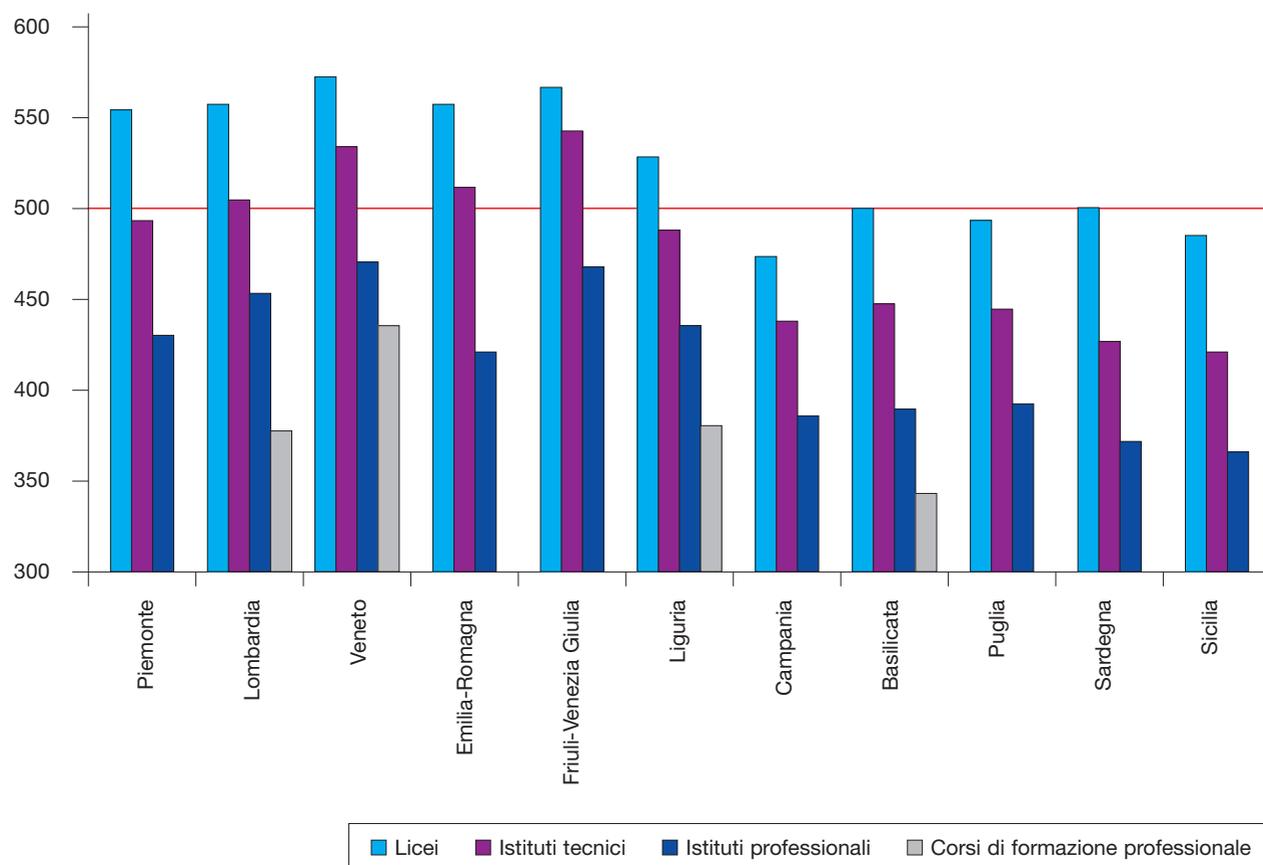
Nelle regioni del Nord anche gli Istituti tecnici mantengono il buon livello già registrato nell'indagine precedente: solo il Piemonte e la Liguria evidenziano valori inferiori alla media Ocse, ma tale differenza non è statisticamente significativa. Nelle regioni del Sud e del Sud-Isole, gli Istituti tecnici evidenziano invece punteggi notevolmente inferiori sia alla media Ocse sia alle regioni del Nord.

Gli Istituti professionali restano ovunque in una situazione di svantaggio, con valori più bassi rispetto agli altri indirizzi di studio anche nelle regioni del Nord e decisamente inferiori nelle regioni del Sud e del Sud-Isole. Colpisce, però, che per gli stessi Istituti professionali i valori degli studenti di Veneto (470) e Friuli-Venezia Giulia (469) siano molto più elevati rispetto a quelli degli studenti delle altre regioni del Nord inseriti nello stesso percorso di studi, e superiori anche ai risultati degli studenti degli Istituti tecnici del Sud.

La situazione dei risultati in matematica è analoga a quella dell'ambito di scienze.

I Licei mostrano, in tutte le regioni del Nord, valori medi che superano notevolmente la media Ocse (498), con risultati di eccellenza in Veneto (558) e in Friuli-Venezia Giulia (542). Molto buone le performance dei Licei anche in Emilia-Romagna (537), Piemonte (535), Lombardia (534). Inferiori i valori dei Licei liguri rispetto agli altri contesti regionali del Nord Italia, ma pur sempre sopra la media Ocse. Nel-

Figura 3.16. Risultati medi in scienze, per indirizzo di studio e per regione



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati Ocse/Pisa 2006



le regioni del Sud e del Sud-Isole i valori medi dei Licei risultano, invece, inferiori alla media generale OCSE, passando dal valore della Basilicata (487), ai valori di Campania e Sicilia (463), i più bassi a livello nazionale.

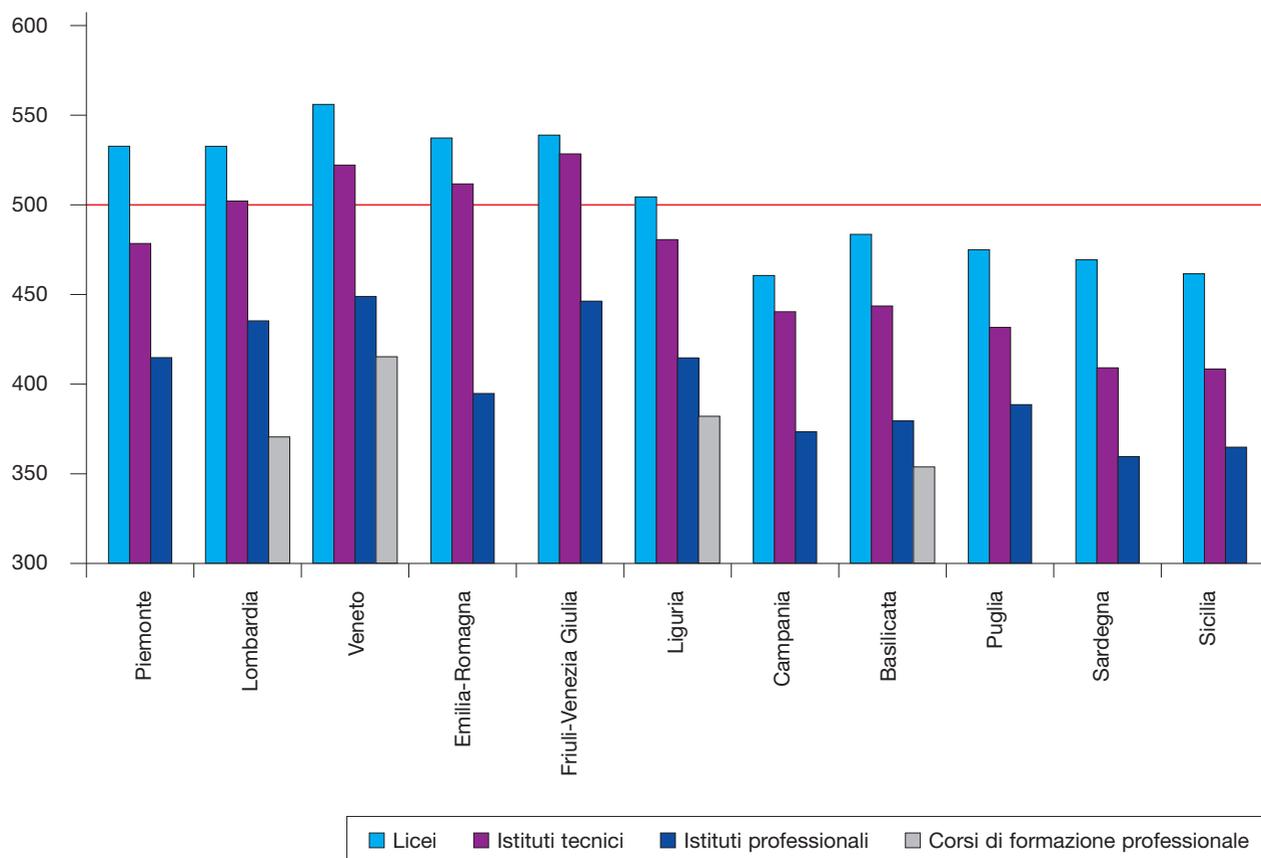
Nelle regioni del Nord gli Istituti tecnici mantengono il buon livello dell'indagine precedente (2003): solo il Piemonte e la Liguria evidenziano medie inferiori alla media OCSE. Da notare che i risultati in matematica degli Istituti tecnici del Nord non differiscono molto dai risultati degli studenti dei Licei delle medesime regioni. Nelle regioni del Sud e del Sud-Isole i valori medi sono nettamente inferiori alla media OCSE.

Gli Istituti professionali presentano invece una situazione di notevole svantaggio, con valori medi decisamente bassi rispetto agli altri indirizzi di studio. Da notare che, almeno in quest'indirizzo di studio, l'Emilia-Romagna (395) mostra valori più prossimi a quelli delle regioni del Sud, in particolare rispetto a Puglia (390) e Basilicata (381), che a quelli delle regioni del Nord. Interessante invece è, di nuovo, il rilevante vantaggio in termini di punteggio degli Istituti professionali veneti e friulani rispetto a quelli di altre regioni, anche del Nord.

Come per le scienze e la matematica, sono state calcolate e confrontate le medie e i relativi errori standard anche delle competenze in lettura per indirizzo di studio.

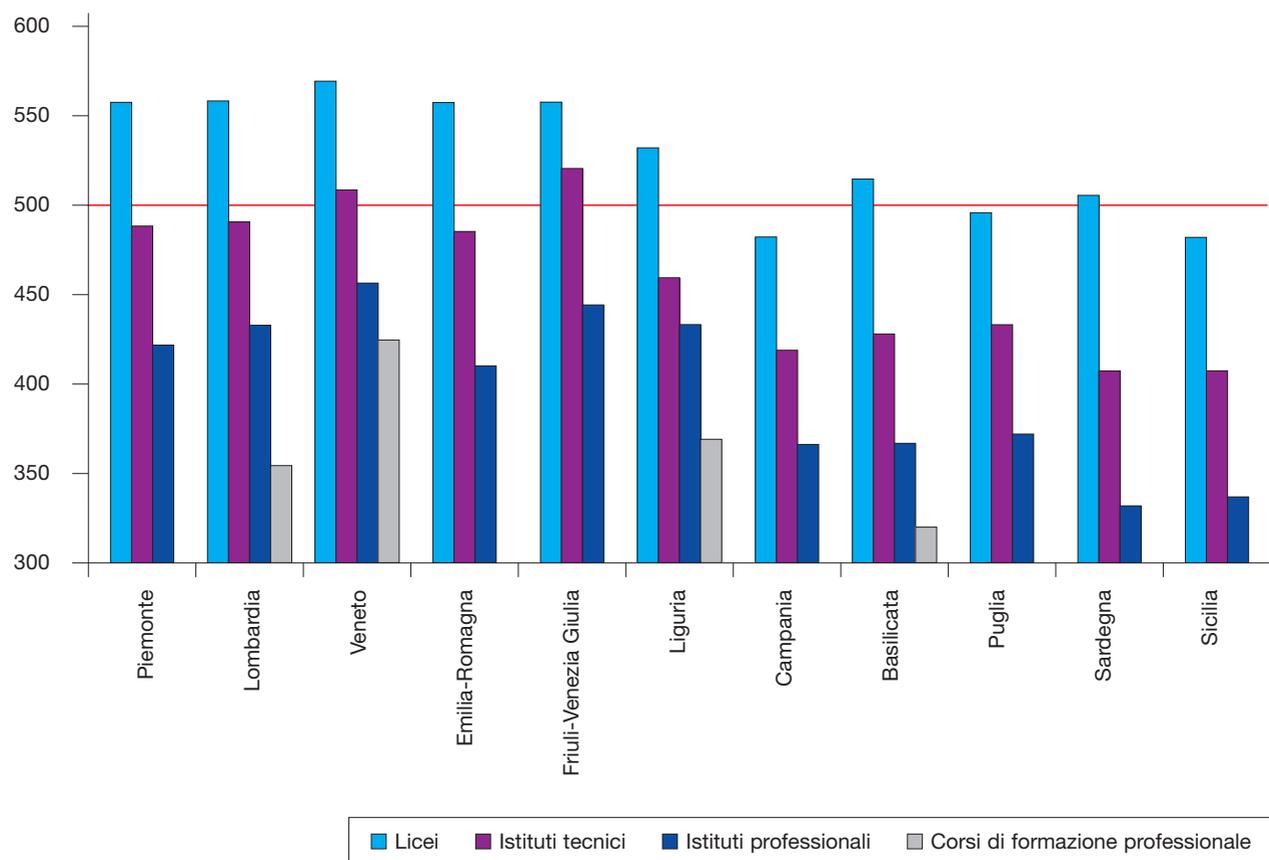
I Licei mostrano, in tutte le regioni del Nord, valori medi che superano notevolmente la media OCSE (492) con risultati di eccellenza in Veneto (570). Ottime anche le performance dei Licei in Friuli-Venezia Giulia e Lombardia (560), Emilia-Romagna (559) e Piemonte (558). Inferiori i valori dei Licei liguri (533), rispetto agli altri contesti regionali, ma pur sempre molto al di sopra della media OCSE. Tra le regioni del Sud e del Sud e Isole solo la Campania (484) e la Sicilia (482) non raggiungono la media OCSE, Basilicata (515), Puglia (499) e Sardegna (506) si situano al di sopra di tale media.

Figura 3.17. Risultati medi in matematica, per indirizzo di studio e per regione



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Figura 3.18. Risultati medi in lettura, per indirizzo di studio e per regione



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Gli Istituti tecnici nelle regioni del Nord mostrano medie di poco inferiori alla media OCSE in Piemonte, Emilia-Romagna e più basse in Liguria (l'unica per cui la differenza tra valore medio e media OCSE risulta significativa). Buone, anche negli Istituti tecnici, le performance di Veneto e Friuli-Venezia Giulia, seguite dalla Lombardia. Nelle regioni del Sud e del Sud-Isole si evidenziano medie decisamente inferiori, in particolare in Sardegna e Sicilia (408).

Gli studenti degli Istituti professionali confermano una situazione di notevole svantaggio rispetto a quelli degli altri indirizzi di studio anche in lettura, con valori bassi sia nelle regioni del Nord, come in Emilia-Romagna e in Piemonte, sia nelle regioni del Sud e del Sud-Isole, dove le medie risultano decisamente al di sotto anche di quelle degli stessi indirizzi del Nord (Campania e Basilicata 368, Sardegna 332). Anche nell'ambito della lettura bisogna segnalare la situazione degli Istituti professionali di Veneto e Friuli-Venezia Giulia, che ottengono risultati discreti, migliori degli Istituti tecnici delle regioni del Sud e del Sud-Isole.

3.6 Conclusioni della comparazione delle performance fra regioni

Da questa prima analisi emergono alcune chiavi di lettura dei risultati, anche grazie al confronto con l'indagine PISA 2003.

Innanzitutto si confermano le sistematiche differenze di risultato tra studenti che frequentano indirizzi di studio diversi: i liceali hanno risultati molto buoni, buoni i risultati di chi frequenta gli Istituti tecnici, negativi, in media, i risultati di coloro che sono iscritti agli Istituti professionali. A tale proposito bi-



sogna tuttavia ricordare che tali differenze non sono imputabili alle scuole cui gli studenti sono iscritti al momento dell'indagine⁷, quanto alla preparazione precedente. Dall'altra parte, vi sono regioni – il Friuli-Venezia Giulia e il Veneto, come già si era sottolineato nell'Indagine 2003 – che riescono a contenere tali differenze, portando gli studenti di questo indirizzo ad acquisire competenze superiori rispetto a studenti dello stesso indirizzo di altre regioni.

In secondo luogo i risultati dell'Indagine 2006 confermano il buon posizionamento a livello internazionale delle regioni italiane del Nord: Piemonte, Lombardia, Veneto e Friuli-Venezia Giulia hanno risultati simili e talvolta superiori rispetto alle regioni spagnole, alla Scozia e alla Comunità Fiamminga del Belgio, regioni prese a confronto nel nostro lavoro. Tra le regioni italiane del Nord, inoltre, quelle del Nord-est si confermano come i territori in cui gli studenti riescono ad acquisire competenze migliori, sia grazie al contenimento del numero di coloro che ottengono i risultati meno buoni, sia grazie al fatto che più ampie quote di studenti raggiungono i livelli più elevati delle scale di competenza.

Cosa cambia rispetto alla rilevazione del 2003? Le maggiori differenze derivano dall'arretramento generale dei risultati in tutte le regioni considerate. In media, le regioni italiane e quelle straniere che hanno partecipato all'Indagine 2003 hanno ottenuto risultati meno buoni nell'Indagine 2006. Questo è vero, in particolare, per la Lombardia e per la Scozia. Tuttavia, in un panorama generale di arretramento, si evidenzia la buona performance del Veneto che, tenuto conto delle differenze dei campione 2003-2006, migliora le proprie prestazioni in matematica e lettura. In quest'ultimo importante ambito di competenza, peraltro, anche il Piemonte fa registrare un miglioramento: da 501 a 506 punti medi sulla scala di competenza in lettura, dati, in particolare, dall'aumento della quota di studenti inseriti nei livelli più elevati di competenza.

Rispetto all'indagine precedente si confermano le differenze dei risultati per ambito: gli studenti, infatti, ottengono risultati differenti nei tre ambiti di competenza esaminati, mettendo così in luce specifiche aree di forza e di debolezza delle regioni. La matematica si conferma l'ambito di relativa maggior debolezza, la lettura quello di maggior forza delle regioni nel Nord e del Piemonte in particolare.

Per il Piemonte i risultati dell'Indagine PISA 2006 sono nel complesso abbastanza buoni: 508 punti in media in scienze rispetto alla media OCSE pari a 500, 492 in matematica, di poco inferiore rispetto alla media OCSE (498), e 506 punti in lettura, risultato superiore alla media OCSE, pari a 492.

Se si osserva la distribuzione degli studenti lungo la scala di competenza in scienze, gli studenti piemontesi si situano per più dell'80% al di sopra del livello 2, considerato come soglia minima di competenza per ritenere lo studente in grado di affrontare i problemi quotidiani in ambito scientifico. Il 7% si posiziona ai livelli 5 e 6, con una distribuzione, a livello italiano, inferiore solo a quelle di Veneto e Friuli-Venezia Giulia. Analoghi i risultati per gli altri ambiti di competenza, lettura e matematica.

Un dato interessante che emerge dall'indagine, inoltre, è il fatto che, se si esaminano i risultati per indirizzo di studi, gli Istituti tecnici mostrano performance piuttosto buone, spesso simili a quelle dei Licei, l'indirizzo che presenta gli studenti con risultati in media migliori.

Quali le criticità? I risultati meno buoni delle ragazze in matematica rispetto a quelli dei ragazzi, i risultati in media piuttosto negativi degli studenti degli Istituti professionali e il divario rispetto alle altre regioni italiane del Nord, come Veneto e Friuli-Venezia Giulia, che riescono da una parte a contenere gli studenti che si situano ai livelli più bassi delle scale di competenza dei diversi ambiti e, allo stesso tempo, a portare più studenti a posizionarsi nei livelli superiori delle stesse.

⁷ I quindicenni in Italia, infatti, sono per la maggior parte dei casi iscritti al secondo anno della Scuola secondaria superiore.



4. Le competenze in scienze in PISA 2006: una prima esplorazione dei fattori esplicativi

di Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)

4.1 Introduzione

L'analisi che presentiamo di seguito permette di esaminare come variano i risultati degli studenti sottoposti ai test PISA al variare di caratteristiche personali (il genere, la nazionalità, il livello socioeconomico e culturale, l'interesse nello studio, ecc.) e di fattori di contesto, quali ad esempio lo status socioeconomico e culturale medio della scuola.

La tecnica utilizzata, quella dell'analisi multilivello, permette di tener conto della struttura gerarchica dei dati raccolti dall'Indagine PISA e di attribuire a ciascuno dei livelli coinvolti il peso che ha nell'influenzare i risultati. Poiché, infatti, gli studenti sono raggruppati nelle scuole, diventa necessario considerare che gli studenti non sono diversi tra loro solo a causa di fattori personali, ma anche a causa dell'ambiente cui sono esposti, come ben argomentano Willms (1999) e Martini e Ricci (2007).

Per quanto riguarda la lettura dei dati degli studenti delle regioni italiane è necessario ricordare che gli studenti di 15 anni frequentano per la maggior parte il secondo anno di scuola secondaria superiore. Gli esiti delle prove PISA sono quindi in buona parte determinati dal percorso di studi precedente, ovvero dalle scuole medie, che sono formalmente uniche e uguali per tutti. La suddivisione in indirizzi – liceo, tecnico, professionale – e la relativa sovrapposizione dei risultati – ottimi, buoni, non sufficienti – non è quindi dovuta in particolare all'azione delle scuole superiori, quanto a un fenomeno di auto-selezione che porta gli studenti in uscita dalle medie a suddividersi per tipologia di indirizzo in base alle proprie competenze e abilità pregresse.

Il primo interrogativo che è necessario porsi è quindi perché un sistema scolastico unico (dalle elementari alle medie) produca disparità così ampie nei risultati degli studenti, interrogativo che non trova risposta nei dati dell'Indagine PISA. Il secondo interrogativo, che può forse trovare parziale risposta nell'analisi dei dati PISA è illustrato di seguito. A fronte del processo di auto-selezione segnalato in precedenza, vi sono regioni in Italia – il Veneto e il Friuli-Venezia Giulia ad esempio – che riescono meglio di altre a contenere le differenze tra i risultati degli studenti e ad avere risultati medi più elevati. Quali sono i fattori differenziali che agiscono in tali situazioni?

Un tentativo di risposta sarà compiuto grazie all'analisi multilivello dei fattori personali e di contesto che possono aver influenzato i risultati in Piemonte. Il modello utilizzato per il Piemonte sarà poi applicato ai dati di Veneto, Friuli-Venezia Giulia, e in tre altre regioni europee (Comunità Fiamminga, Catalogna e Scozia) per evidenziare analogie o differenze.

Le analisi multilivello presentate saranno condotte sui risultati degli studenti in scienze, focus dell'Indagine PISA 2006.

4.2 La varianza dei risultati degli studenti

Nel presente paragrafo intendiamo approfondire i nessi tra i risultati degli studenti in scienze e le caratteristiche personali e di contesto.

Prenderemo innanzi tutto in considerazione la varianza dei risultati degli studenti, suddividendola tra le componenti di varianza tra le scuole (*between*) e varianza tra gli studenti (*within*), al fine di verificare quale sia la parte di variabilità nei risultati riconducibile a differenze tra scuole e quale a differenze tra studenti compresi all'interno della medesima scuola, e quale delle due componenti prevalga nei divari complessivi.

**Tabella 4.1.** Varianza tra le scuole (*between*), ed entro le scuole (*within*), nelle performance degli studenti nella scala di scienze in PISA 2006

Area geografica	Varianza totale in SP*	Varianza espressa come percentuale della varianza media nelle performance degli studenti (SP) tra i paesi Ocse		
		Varianza totale in SP espressa come % della varianza media nelle performance degli studenti tra i paesi dell'Ocse**	Varianza totale <i>between</i>	Varianza totale <i>within</i>
Basilicata	7.290	80,9	37,6	45,6
Comunità Fiamminga	8.528	94,7	51,5	46,2
Veneto	7.937	88,1	44,8	48,0
Campania	6.842	75,9	29,9	49,0
Puglia	6.708	74,5	27,8	49,5
Sardegna	8.434	93,6	42,4	50,4
Friuli-Venezia Giulia	7.079	78,6	30,4	51,5
Lombardia	8.865	98,4	57,4	51,5
Piemonte	8.136	90,3	39,0	53,5
Sicilia	9.675	107,4	54,8	54,5
Liguria	9.255	102,7	55,7	56,4
Paesi Baschi	6.968	77,3	17,7	60,3
Emilia-Romagna	8.877	98,5	42,5	60,4
Castiglia e Leon	6.331	70,3	6,8	63,4
Catalogna	8.048	89,3	16,1	72,2
Aragona	7.686	85,3	9,1	76,2
Scozia	9.921	110,1	18,7	91,4

* La varianza totale nelle performance degli studenti è ottenuta come il quadrato della deviazione standard. Per questo confronto viene utilizzata la varianza statistica nelle performance degli studenti e non la deviazione standard per tenere conto della decomposizione in varianza *within* e *between*.

** La somma delle componenti della varianza tra, ed entro, le scuole non coincide necessariamente con il valore totale.

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

In generale la variabilità dei risultati è principalmente spiegata dalle differenze tra gli studenti all'interno delle scuole: in tutti i contesti regionali esaminati – eccetto Lombardia e Sicilia – è la varianza *within* a spiegare una percentuale superiore della varianza totale dei risultati.

Le regioni italiane si dividono in due gruppi: entrambi sono caratterizzati dall'avere un'elevata percentuale di variabilità dei risultati spiegata dalle differenze tra studenti. Il primo, composto da Puglia, Campania, Friuli-Venezia Giulia, Basilicata, Piemonte, Sardegna, Emilia-Romagna e Veneto associa all'elevata varianza *within* una minore varianza *between*. Ciò significa che in questi contesti sembrano contare di più le caratteristiche personali (anche se in maniera contenuta) che le caratteristiche del contesto scolastico. Nel secondo gruppo, invece, composto da Sicilia, Liguria e Lombardia, non solo le caratteristiche individuali, ma anche quelle del contesto scolastico sembrano influenzare la variabilità dei risultati in misura elevata.

Esaminiamo ora i dati relativi alle regioni straniere. Per le regioni spagnole tale analisi è poco rilevante: la varianza *between* mostra valori molto contenuti non tanto perché scuole differenti per tipologia, indirizzo, risorse, offrano opportunità di riuscita simili agli studenti, ma perché a 15 anni i ragazzi spagnoli sono inseriti in un percorso di studi unitario e non hanno ancora dovuto scegliere quale indirizzo di studi intraprendere. La Comunità Fiamminga del Belgio mostra invece un'elevata varianza fra le scuole, anch'essa probabilmente derivante dal processo di autoselezione illustrato per gli studenti delle scuole italiane. Tuttavia, dati i risultati mediamente molto buoni ottenuti dagli studenti fiamminghi, le differenze tra le scuole non sembrano ripercuotersi nel complesso negativamente sulle performance degli studenti.

Alcune considerazioni interessanti emergono qualora si esaminino la varianza tra scuole e tra studenti distinguendo per tipo di indirizzo di studio e per regione. In generale i Licei mostrano in tutte le regioni percentuali di varianza *between*, ovvero tra scuole, più elevate rispetto a quelle degli altri indirizzi, tranne in Lombardia e Piemonte. Tale situazione può essere determinata, ad esempio, dalle tipolo-

gie di scuola raccolte sotto la denominazione “Licei”. Essi, infatti, oltre al Liceo classico e scientifico raggruppano nel campione PISA gli Istituti magistrali, che hanno in media risultati inferiori. Questo potrebbe spiegare il relativamente elevato livello di varianza fra i Licei. Tuttavia, se si guarda al Piemonte e alla Lombardia, sembrerebbe che in queste regioni anche gli Istituti magistrali ottengano risultati di livello paragonabile a quello dei Licei.

Gli Istituti tecnici mostrano una differenza tra le scuole un po' più contenuta e differenze tra gli studenti decisamente più elevate. Anche in questo caso il Piemonte, insieme a Puglia, Liguria ed Emilia-Romagna, mostra una accentuazione del dato. In Piemonte, a buoni risultati medi si associa per gli Istituti tecnici una grande variabilità dei risultati tra gli studenti ma una quasi nulla differenza tra le scuo-

Tabella 4.2. Relazione tra varianza dei risultati in scienze e indirizzi di studio nelle regioni italiane*

Area geografica	% varianza per tipo di indirizzo					
	Istituti tecnici		Istituti professionali		Licei	
	Between	Within	Between	Within	Between	Within
Campania	10,7	89,3	8,0	92,0	33,8	66,2
Basilicata	21,6	78,4	12,7	87,3	22,6	77,4
Emilia-Romagna	8,8	91,2	11,4	88,6	20,3	79,7
Friuli-Venezia Giulia	24,4	75,6	8,7	91,3	22,0	78,0
Sicilia	20,1	79,9	13,7	86,3	29,6	70,4
Liguria	6,7	93,3	24,9	75,1	28,9	71,1
Lombardia	30,8	69,2	23,8	76,2	10,8	89,2
Piemonte	5,7	94,3	17,7	82,3	12,9	87,1
Sardegna	16,3	83,7	8,6	91,4	27,8	72,2
Puglia	3,9	96,1	8,9	91,1	14,9	85,1
Veneto	24,5	75,5	12,9	87,1	28,9	71,1

* Percentuale varianza *between*: $\rho = \text{var. between} / (\text{var. between} + \text{var. within})$; percentuale varianza *within*: $(1 - \rho)$, vedi Snijders, Bosker R.J. (1999, pp. 17-20). Le varianze *between* e *within* sono calcolate con *proc mixed* in SAS. Il totale della varianza nelle performance in scienze è calcolato come quadrato della deviazione standard.

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Tabella 4.3. Condizione socioeconomica e culturale degli studenti e risultati in scienze per regione, PISA 2006 (indice di status socioeconomico e culturale familiare – Escs)

Area geografica	Media indice	Punteggio medio in matematica del quartile inferiore	Punteggio medio in matematica del quartile superiore	Differenza interquartile	Aumento punteggio per 1 unità dell'indice	Percentuale della varianza totale spiegata dall'Escs
Campania	-0,1	383	501	118	22	7,6
Basilicata	-0,3	393	509	117	32	12,6
Emilia-Romagna	0,2	448	579	131	31	10,2
Friuli-Venezia Giulia	0,1	480	591	111	23	6,3
Sicilia	-0,2	363	503	141	34	12,7
Liguria	0,2	423	556	133	27	7,6
Lombardia	-0,1	438	566	128	33	9,9
Piemonte	0,1	449	572	123	32	12,0
Sardegna	-0,2	383	515	132	32	12,3
Puglia	-0,3	390	503	113	23	7,6
Veneto	0,0	463	588	124	29	9,4
Paesi Baschi	0,0	439	554	115	28	10,8
Castiglia e Leon	-0,2	464	576	112	23	8,5
Aragona	-0,1	454	576	122	33	14,6
Catalogna	-0,1	432	555	123	31	13,6
Comunità Fiamminga	0,2	468	598	130	45	19,3
Scozia	0,3	446	585	139	50	15,7

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

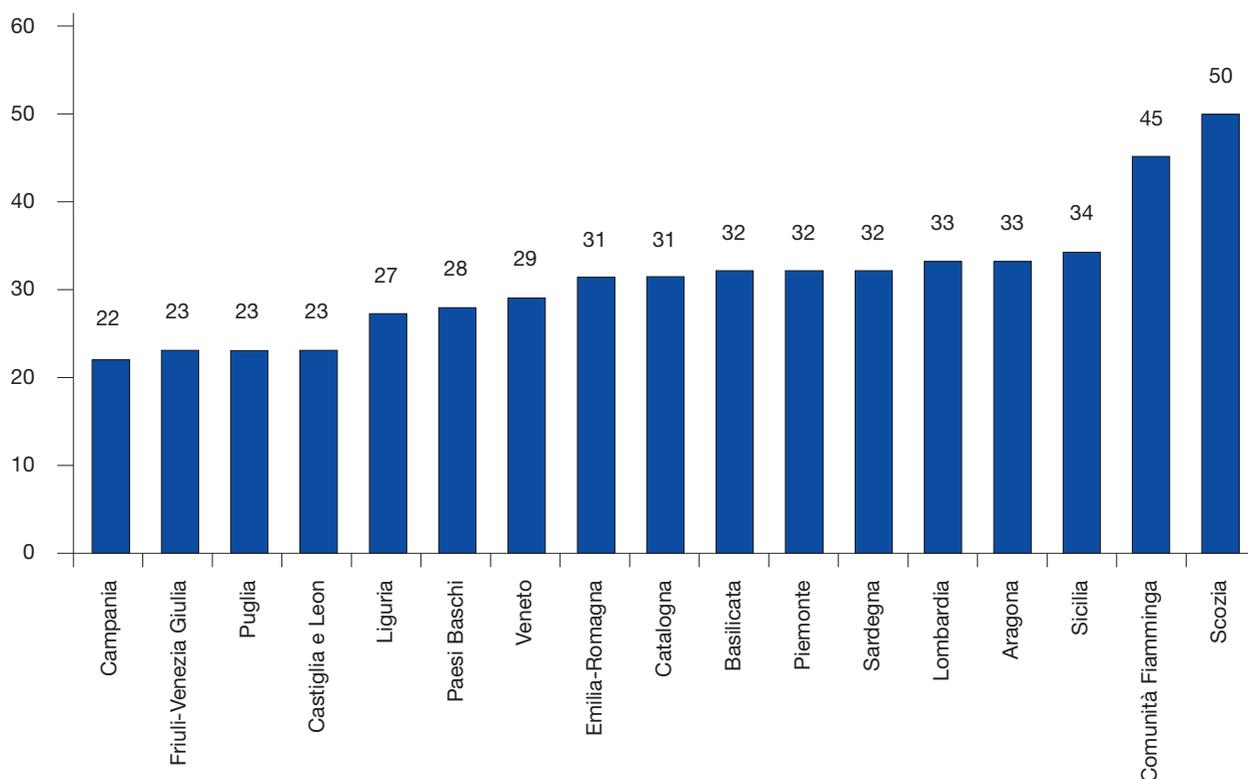


le. Come dire che è importante per questi studenti soprattutto il proprio bagaglio culturale, e che la scelta della scuola non è determinante rispetto ai risultati raggiunti. Puglia e Liguria mostrano la stessa situazione – una bassa varianza *between* – ma a fronte di risultati medi non particolarmente buoni. Gli Istituti professionali mostrano una varianza fra scuole più contenuta di quella di Licei e Istituti tecnici: i risultati degli studenti, quindi, sono simili, qualsiasi sia la scuola frequentata. Se per la maggioranza delle regioni questo significa che gli studenti hanno risultati mediamente bassi, qualsiasi sia l'Istituto frequentato, per il Friuli-Venezia Giulia e per il Veneto tale lettura cambia. Come abbiamo infatti notato nel capitolo precedente i risultati degli studenti degli Istituti professionali friulani sono discreti, se paragonati a quelli degli studenti che frequentano lo stesso indirizzo di scuola nelle altre regioni. Questa situazione, come indica la varianza *between*, non è data da alcune scuole con risultati particolarmente buoni e altre con risultati scarsi, ma dal fatto che tutte le scuole della regione riescono a contenere lo svantaggio in termini di risultato che gli studenti di questo indirizzo accusano invece in misura maggiore nelle altre regioni.

La percentuale di varianza totale spiegata dallo status socioeconomico e culturale degli studenti è limitata soprattutto nelle regioni italiane, mentre assume valori mediamente più elevati nelle regioni straniere prese in esame e in particolare nella Comunità Fiamminga del Belgio.

Allo stesso modo è abbastanza contenuta, tranne in Scozia e nella Comunità Fiamminga, la variazione di punteggio attesa all'aumento di un'unità dell'indice di status socioeconomico e culturale familiare. Nelle regioni del Nord Italia, quindi, che associano una percentuale di varianza spiegata dall'Escs (indice di status socioeconomico e culturale) limitata e punteggi medi elevati, si può osservare un minore condizionamento delle disuguaglianze sociali sui risultati.

Figura 4.1. Variazione del punteggio in scienze per l'aumento di una unità dell'indice di status socioeconomico e culturale familiare a livello regionale (PISA 2006)



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati Ocse/PISA 2006

4.3 Il modello di analisi multilevel

Poiché l'analisi precedente ha consentito di evidenziare l'esistenza di una variabilità dei risultati sia fra le scuole, sia fra gli studenti, non spiegabile solamente dalle differenze di status, si è scelto di compiere un'analisi multilevel, al fine di individuare altri fattori che sembrano influenzare i risultati a livello studente e a livello scuola. Il presente paragrafo si propone dunque di rispondere al seguente interrogativo: quali sono le caratteristiche personali degli studenti e quali le proprietà del contesto scolastico che si associano a un migliore apprendimento delle scienze?

L'analisi verrà condotta sui risultati degli studenti del Piemonte, del Veneto, del Friuli-Venezia Giulia, della Comunità Fiamminga, della Catalogna e della Scozia. Le regioni straniere sono state scelte fra quelle comprese nel campione PISA tenendo conto che la Comunità Fiamminga ha come caratteristica quella di una selezione precoce degli alunni in indirizzi di studio differenti, mentre la Catalogna e la Scozia prevedono una selezione "tardiva" che si effettua dopo i 15 anni.

Il fine è quello di verificare se esistano delle variabili che in maniera sistematica influenzino i risultati in tutte le regioni prese in esame o se emergano delle differenze a tale riguardo.

La metodologia utilizzata permette di analizzare statisticamente le relazioni con la variabile dipendente – i risultati in scienze nell'Indagine PISA – di alcune variabili indipendenti collocate a differenti livelli, in questo caso il livello studente e il livello scuola.

Nel disegno di ricerca, a livello studente, sono state inserite le variabili esplicative relative a (si veda l'Appendice 2 per la descrizione delle variabili):

- il livello socioeconomico e culturale di provenienza dell'individuo;
- il genere;
- l'essere nativo del paese di somministrazione del test;
- il grado di interesse per lo studio delle scienze;
- il grado di divertimento nell'apprendere le scienze.

A livello scuola sono state prese in considerazione le variabili relative a:

- a) l'ambito delle caratteristiche di contesto:
 - la condizione media dello status socioeconomico e culturale della scuola frequentata;
 - l'ubicazione della scuola in un contesto urbano (città con più di 100.000 abitanti) o non urbano;
 - la dimensione media della scuola;
 - il tipo di indirizzo frequentato (Liceo, Istituto tecnico e Istituto professionale, i macro indirizzi in cui sono raggruppate le scuole italiane nell'Indagine PISA; General, Technical and Artistic, Vocational, gli indirizzi delle scuole secondarie fiamminghe);
- b) l'ambito delle relazioni tra scuole:
 - il livello di competizione tra scuole;
- c) l'ambito delle risorse educative:
 - il tempo medio di scuola per lezioni extra scolastiche;
 - il tempo medio di scuola per studio e compiti;
- d) l'ambito delle risorse umane:
 - la proporzione di insegnanti con abilitazione all'insegnamento;
 - il rapporto insegnanti/studenti.

Le variabili sopra elencate sono state selezionate in quanto risultate significative nell'output della regressione *stepwise* sui risultati in scienze per il Piemonte. È stata quindi effettuata l'analisi delle correlazioni tra le variabili, al fine di individuare possibili sovrapposizioni degli effetti dei fattori in gioco. La regressione *stepwise* e l'analisi delle correlazioni tra le variabili sono riportate in Appendice 3.

Dopo l'interpretazione dei risultati dei modelli elaborati per il Piemonte si procederà al loro raffronto con i risultati dei medesimi modelli stimati per le regioni italiane e straniere scelte per il confronto. Tale operazione permetterà di individuare se e quali variabili si associno a un migliore risultato nei test di



Tabella 4.4. Modello di analisi multilivello per il Piemonte

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	505,95	465,97	468,85	454,93	483,82
Livello studenti					
Status socioeconomico e culturale individuale (escs)		8,46	6,85	6,85	6,76
Essere femmina (genere)		-5,34*	-5,12*	-5,66*	-5,88*
Essere italiano (nativo)		43,36	43,83	43,39	44,63
Interesse generale per le scienze (intscie)		11,73	11,80	11,41	11,43
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		11,15	10,81	10,59	10,64
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			72,35	37,33	52,26
Tipo di scuola: liceo (liceo)				29,51	-2,43*
Tipo di scuola: Istituto professionale (profes)				-39,89	-26,37
Dimensione della scuola (xschsize)				2,17*	2,81
Ubicazione scuola (scho_loc)				-13,74*	-16,17
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					8,98*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-26,59
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					8,68
<i>Ambito risorse umane</i>					
Proporzione di insegnanti con abilitazione (procert)					-12,80*
Ratio insegnanti/studenti (stratio)					-3,56*
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	4.723,47	4.359,38	4.356,63	4.356,63	4.356,59
Varianza a livello 2	3.054,46	2.344,49	1.046,76	492,81	271,75
Quota di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	39,27%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		23,24%	65,73%	83,87%	91,10%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole	7,71%	7,77%	7,77%	7,77%	

* Non significativa ($p_value < 0,05$).

conoscenza delle scienze nelle diverse regioni e se vi siano alcuni fattori comuni nei diversi territori. I risultati dell'analisi multilivello per il Piemonte non presentano molte differenze rispetto a quanto emerso dall'analisi dei dati dell'Indagine Pisa 2003, che aveva come focus la matematica (Abburà, 2006). La varianza tra i risultati si deve per il 40% alle scuole e per il 60% agli studenti entro le scuole. Le variabili indipendenti comprese nel modello "spiegano" la quasi totalità della differenza tra le scuole (il 91%), mentre non riescono a spiegare le differenze tra gli studenti se non per il 7,8% del totale.

Di seguito gli esiti principali dell'analisi. Tra i risultati più evidenti vi è il fatto che non è tanto lo status socioeconomico e culturale individuale a influenzare i risultati degli studenti, quanto quello medio della scuola. Tale informazione emerge da due risultati dell'analisi multilevel: la proporzione di varianza spiegata tra scuole e l'influenza della variabile sul punteggio medio. La proporzione di varianza spiegata tra scuole passa dal 23% del modello 2, in cui sono inserite solo variabili a livello individuale, al 66% del modello 3 in cui, oltre alle variabili individuali, è inserita, a livello scuola, la variabile relativa allo status socioeconomico medio degli Istituti. Un aumento unitario dello status socioeconomico e culturale medio della scuola frequentata si associa a un aumento del punteggio individuale di 72,35 punti. Tuttavia, quando si inseriscono gli indirizzi di studio nell'analisi multilevel, la variazione del punteggio viene in parte assorbita da tali fattori: le differenze di status fra scuole sembrano in parte, ma solo in parte, corrispondere alla diversa composizione sociale dei differenti indirizzi di studio. Se si guarda al modello saturo¹, lo status medio riacquista molto peso: si nota come i risultati degli studen-

¹ Nel modello saturo sono presenti tutte le variabili risultate significative nell'output della regressione *stepwise* sui risultati in scienze per il Piemonte.

ti non differiscano sostanzialmente tra gli iscritti agli Istituti tecnici e al Liceo, a parità di status medio della scuola. Persiste, invece, una differenza significativa e negativa tra i risultati degli studenti degli Istituti tecnici e professionali (pari a circa 26 punti) anche nel modello saturo, quindi a parità di tutte le altre condizioni.

Guardando alla provenienza degli studenti, si nota che essere italiano influenza positivamente i risultati, confermando il divario tra nativi e non nativi già evidenziato nell'analisi dei dati Pisa 2003. I risultati degli immigrati, tuttavia, necessitano di un ulteriore approfondimento, volto a comprendere quali possano essere le ragioni di formazione di questo gap e come esso possa variare fra diversi gruppi di immigrati, qui non considerati distintamente.

A differenza di quanto accade per l'ambito della lettura e della matematica, in scienze le differenze di genere in Piemonte non risultano significative.

A livello individuale i fattori motivazionali ricavati da indici riassuntivi delle risposte a domande sull'interesse e il divertimento nell'apprendere le scienze, giocano un ruolo, poiché una variazione unitaria dell'indice consente di ottenere circa 10 punti in più rispetto al punteggio medio. Tali fattori, inoltre, non vengono "cannibalizzati" nei modelli multilevel da fattori del livello scuola, segnalando così di essere variabili di per sé importanti nei processi di apprendimento.

L'interesse e il divertimento nell'apprendere le scienze vengono considerati nell'Indagine Pisa sia come fattori che favoriscono l'apprendimento, in quanto possono influenzare l'intensità e la continuità del coinvolgimento degli studenti così come il loro livello di comprensione, sia come dimensioni che possono essere oggetto di politiche pubbliche. Essi inoltre giocano un ruolo importante nella decisione di intraprendere carriere in campo scientifico e tecnologico (OECD, 2006a) con evidenti ripercussioni anche per la società. Come riporta infatti il rapporto internazionale di Pisa 2006:

Issues of motivation and attitudes are particularly relevant in science. Science and technology have enabled remarkable achievements over the past 100 years – taking people to the moon and back; eradicating diseases such as small pox; inventing tools such as the computer, on which individuals rely for functions as diverse as calculating the financial return on an investment to controlling the altitude of a plane; and providing communication tools that allow people to remain in contact even when they are separated by thousands of kilometres (p. 122).

Poiché l'interesse per la scienza può scaturire a causa di fattori molto differenti (esperienze nel contesto familiare o scolastico, influenza del gruppo dei pari, modalità di insegnamento della scienza, ecc.) nell'Indagine Pisa si è scelto di misurare l'interesse generale per la scienza chiedendo agli studenti: il loro livello di interesse per alcune soggetti scientifici (dall'astronomia alla biologia, dalla fisica alla geologia); l'interesse rispetto al metodo scientifico; il livello di comprensione che essi ritengono di avere rispetto ai contenuti e alla metodologia della spiegazione scientifica dei fenomeni. Allo stesso modo il divertimento nell'apprendere le scienze viene considerato come un fattore che stimola la continuità nell'apprendimento e l'applicazione di soluzioni creative ai problemi, secondo la prospettiva di Pekrun (Pekrun et al., 2002), citata nel rapporto internazionale (p. 143). Inoltre gli studenti che si divertono ad apprendere le scienze tendono ad essere emotivamente legati allo studio e alla comprensione delle scienze come a una attività espressiva (Glaser-Zikuda et al., 2003).

Esattamente come nell'analisi multilevel sui risultati in matematica condotta sui dati 2003, la dimensione della scuola, data dal numero di allievi che la frequentano, non sembra essere rilevante in Piemonte, mentre l'ubicazione della stessa in un contesto urbano o non urbano lo è. Gli studenti che frequentano gli Istituti siti in contesti più grandi (ovvero in città al di sopra dei 100.000 abitanti, in Piemonte Torino e Novara) vedono diminuire il proprio punteggio di 16 punti (nel modello saturo).

Fra le altre caratteristiche del contesto scolastico, il livello di competizione tra scuole non sembra giocare un ruolo importante. Tale variabile, inoltre, non è di chiara definizione. Essa deriva dalla valutazione dell'offerta scolastica compiuta dai dirigenti di Istituto, rispetto alla presenza, nella stessa area, di scuole che competono per gli studenti della scuola. La valutazione deve essere fatta, come specifica una nota prima della domanda, nell'ottica di capire quali opzioni abbiano i genitori quando scelgono la scuola che frequenteranno i figli. Nell'elaborazione delle risposte sono state considerate com-



petitive le scuole che hanno almeno un'altra scuola che, nell'area, compete per i loro gli studenti. Non è chiaro però che cosa si intenda per "area": a meno di non adottare una definizione geografico-amministrativa (la provincia, il distretto scolastico), il bacino di studenti potenziali della scuola si differenzia da scuola a scuola in base a numerosi fattori, quali la tipologia di studenti che abitualmente scelgono un dato tipo di indirizzo, i tempi di percorrenza casa-scuola e le alternative sul territorio, l'esistenza di un servizio di trasporto pubblico, gli spostamenti casa-lavoro dei genitori, ecc. Poiché la definizione di area non è chiara, i dirigenti scolastici possono aver risposto avendo in mente un bacino di utenti potenziali non confrontabile con quello di altri. Inoltre, non è chiaro di quali studenti sia stia parlando: degli studenti che frequentano il medesimo indirizzo o sotto-indirizzo di studi? Degli studenti totali dell'area? Anche questa dimensione è lasciata all'interpretazione del dirigente scolastico.

L'aiuto che viene dato ai ragazzi nello studio grazie a lezioni aggiuntive rispetto ai programmi scolastici, siano esse a scuola, a casa o in altro luogo, sembrerebbe influire negativamente sul punteggio. Poiché tale variabile indica il numero di ore speso in lezioni extra scolastiche, la spiegazione di tale fenomeno potrebbe essere la seguente: coloro che beneficiano in misura maggiore di tali interventi sono gli studenti che hanno risultati inferiori e che quindi hanno bisogno di un impegno maggiore, misurato ad esempio in numero di ore, per raggiungere risultati soddisfacenti.

Il tempo di studio da soli (misurato come tempo totale dedicato a tutti e tre gli ambiti di indagine di PISA) ha invece un effetto positivo, ancorché limitato, sui risultati degli studenti, poiché una variazione unitaria aggiunge nove punti al punteggio medio.

Tabella 4.5. Confronto tra i modelli multilevel saturi di Piemonte, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Comunità Fiamminga del Belgio, Catalogna e Scozia

	Piemonte	Veneto	Friuli-Venezia Giulia	Comunità Fiamminga del Belgio	Catalogna	Scozia
Intercetta o valore atteso	483,82	473,18	464,04	495,60	454,27	472,02
Livello studenti						
Status socioeconomico e culturale individuale	6,76	1,71*	3,24*	5,51	14,92	28,62
Essere femmina	-5,88*	-17,89	-18,53	-13,04	-14,64	2,61*
Essere nato nel paese di somministrazione del test	44,63	76,44	52,37	44,99	61,22	28,82
Interesse generale per le scienze	11,43	9,25	13,30	4,81	5,03*	14,64
Divertimento nell'apprendere le scienze	10,64	18,55	14,73	13,90	27,16	26,95
Livello scuola						
<i>Ambito contesto scolastico</i>						
Status socioeconomico e culturale medio	52,26	39,08	-1,61*	16,05	19,30	31,90
Tipo di scuola: Liceo	-2,43*	-15,22*	9,02*	40,74		
Tipo di scuola: Istituto professionale	-26,37	-31,09	-41,08	-73,73		
Dimensione della scuola	2,81	0,13*	2,05*	1,60	1,50*	-2,22*
Ubicazione scuola	-16,17	-13,13*	11,83*	-13,46	0,33*	4,36*
<i>Ambito competizione</i>						
Scuole con alto livello di competizione	8,98*	17,88*	-6,26*	-0,70*	-2,18*	-3,86*
<i>Ambito risorse educative</i>						
Tempo medio lezioni extra scolastiche	-26,59	-32,21	-8,22*	-17,92	-16,60	-23,82
Tempo medio per studio e compiti	8,68	6,22	10,15	3,15*	2,50*	8,47
<i>Ambito risorse umane</i>						
Proporzione di insegnanti con abilitazione	-12,80*	-19,71*	-22,91*	3,05*	-	-
Ratio insegnanti/studenti	-3,56*	2,33*	-1,31*	-1,17*	0,44*	3,08
Componenti casuali						
Varianza a livello 1	4.356,59	3.564,11	4.005,32	2.601,17	5.313,43	6.313,10
Varianza a livello 2	271,75	188,02	445,77	227,32	241,86	357,10
Quota di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	39,27%	43,98%	35,91%	47,65%	16,21%	16,65%
Proporzione di varianza spiegata tra scuole	91,10%	94,33%	82,54%	93,86%	81,19%	78,74%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole	7,77%	15,63%	12,06%	36,06%	20,56%	24,97%

* Non significativa (p_value < 0,05).

Le ultime due variabili inserite nel modello, la proporzione di insegnanti con abilitazione e il rapporto insegnanti/studenti non sono significative, al contrario di quanto ci si aspetterebbe.

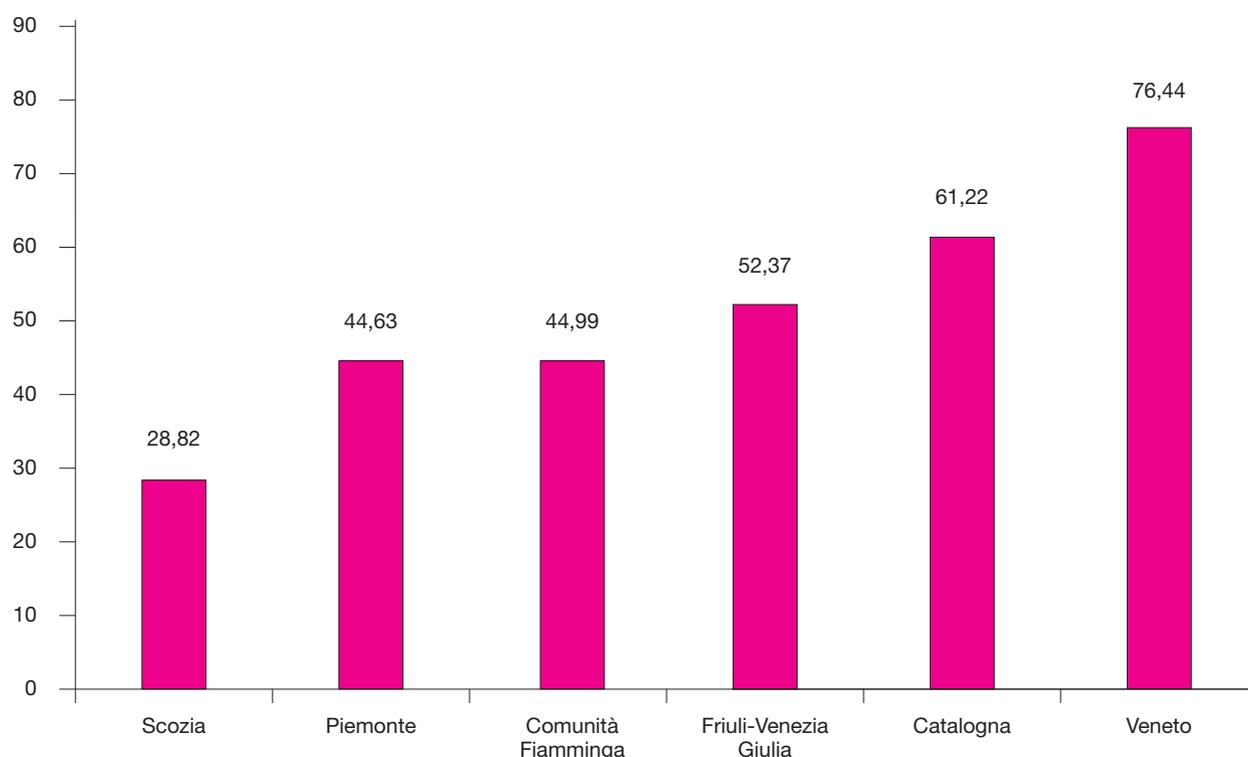
Quando si pongono a confronto i modelli saturi delle regioni prese in considerazione nella presente analisi si nota come in tutti i contesti territoriali i fattori considerati influenzino i risultati degli studenti nelle stesse direzioni, ma con intensità anche molto diverse e qualche eccezione.

In tutte le regioni esaminate l'aumento di una unità dell'indice di status socioeconomico e culturale individuale comporta variazioni di punteggio contenute o addirittura non significative: non è il quindi background del singolo a influenzare le capacità di apprendimento. Lo status socioeconomico e culturale medio della scuola sembra essere il fattore maggiormente condizionante le performance degli studenti, sia perché all'introduzione di tale variabile aumenta sensibilmente la parte di varianza spiegata, sia perché un incremento unitario del suo valore consente un notevole aumento di punteggio. Fanno eccezione il Friuli-Venezia Giulia, in cui anche lo status medio della scuola perde di significatività nel modello saturo e Catalogna e Scozia. Queste ultime mostrano una situazione in buona parte differente da quella delle altre regioni, legata alla diversa organizzazione scolastica. In entrambe le regioni, infatti, a 15 anni gli studenti sono ancora inseriti per la maggior parte all'interno di un percorso unico e non hanno ancora scelto il filone di studi successivo.

In ambedue le regioni lo status socioeconomico e culturale individuale ha un peso superiore a quanto accade per le altre, e il peso di tale variabile non viene alterato, se non in minima parte, quando vengono inserite le variabili relative al contesto scolastico (si vedano i modelli multilevel completi in Appendice 3). Contesto che, quando è a status superiore, a sua volta contribuisce a influenzare il punteggio in senso positivo: di 19 punti circa in Catalogna e di circa 32 in Scozia.

Essere nati nel paese di somministrazione del test aumenta ovunque le performance degli studenti, anche se in misura notevolmente diversa. Si passa infatti dai circa 29 punti della Scozia ai 76 del Ve-

Figura 4.2. Aumento di punteggio medio dato dall'essere nato nel paese di somministrazione del test PISA



Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006



neto. È evidente che le diverse composizioni dei non nativi nelle diverse regioni possono giocare un ruolo rilevante.

Le differenze di genere a sfavore delle ragazze si conservano in tutti modelli con l'eccezione di Piemonte e Scozia, in cui il genere non è significativo. La riduzione del punteggio associata all'essere ragazze è tra i 13 punti della Comunità Fiamminga del Belgio e i 18 punti di Veneto e Friuli-Venezia Giulia.

Gli indici motivazionali, come in Piemonte, evidenziano, in tutti i modelli (tranne in Catalogna per quanto riguarda l'interesse per le scienze), variazioni positive e significative del punteggio. Ciò che differenzia in maniera piuttosto pronunciata Catalogna e Scozia dalle alte regioni è il vantaggio, in termini di punteggio, che dà il divertimento nell'apprendere le scienze. Pur essendo importante anche negli altri contesti, come abbiamo visto, in queste due regioni agisce con particolare forza, poiché ogni variazione unitaria dell'indice permette di aggiungere circa 27 punti alla media.

Inoltre tali indici non sono strettamente collegati allo status socioeconomico e culturale degli individui. La percentuale della varianza spiegata dallo status è infatti ridotta in tutte le regioni, in particolare in quelle italiane (Tab. 4.6).

Le variabili di contesto scolastico, invece, hanno andamenti molto differenti da regione a regione. In tutte le regioni tranne il Friuli-Venezia Giulia, come abbiamo già sottolineato, lo status socioeconomico e culturale medio della scuola è importante, anche se viene in parte assorbito, nelle regioni italiane, dalla variabile relativa agli indirizzi di studio. Nel modello saturo, tuttavia, tale variabile non è significativa per il Liceo in nessuna delle regioni italiane prese in esame. Ciò significa che i risultati degli studenti iscritti agli Istituti tecnici e quelli di coloro che frequentano i Licei non differiscono in misura significativa, a parità di condizioni socioeconomiche. Nella Comunità Fiamminga del Belgio, invece, la differenza fra coloro che seguono i corsi di studi assimilabili a quelli liceali italiani e quelli che frequentano gli Istituti tecnici (rispettivamente "regular secondary education" e "technical secondary education") permane in ogni caso ed è piuttosto importante (circa 41 punti). L'ubicazione della scuola è un fattore significativo solo in Piemonte e nella Comunità Fiamminga del Belgio, territori in cui chi abita in città superiori ai 100.000 abitanti ha in media uno svantaggio di 16 e 14 punti rispettivamente.

La variabile relativa alla competizione tra scuole non è significativa e ha una relazione di segno oppo-

Tabella 4.6. Relazioni tra gli indici motivazionali in scienze e l'indice di status socioeconomico e culturale (Escs), PISA 2006

Area geografica	Percentuale della varianza spiegata dall'Escs				Motivazioni orientate al futuro per studiare le scienze
	Interesse nello studio di argomenti scientifici	Interesse generale per le scienze	Divertimento nell'apprendere le scienze	Motivazioni strumentali per studiare le scienze	
Piemonte	0,0	1,9	1,9	2,0	1,4
Veneto	0,4	3,3	3,7	3,2	3,2
Friuli-Venezia Giulia	0,2	1,0	1,1	1,9	1,1
Catalogna	0,0	1,9	3,5	2,3	2,6
Comunità Fiamminga	0,0	5,1	3,6	1,6	2,5
Scozia	1,9	5,5	5,9	3,3	3,3

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

Tabella 4.7. Percentuali di insegnanti senza laurea e abilitazione nei campioni di Piemonte, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Comunità Fiamminga e Scozia

Requisiti per l'insegnamento	Piemonte	Veneto	Friuli-Venezia Giulia	Comunità Fiamminga del Belgio	Scozia
Senza abilitazione	13	24	18	25	3
Senza titolo di laurea	32	16	30	67	13

Fonte: elaborazione IRES Piemonte su base dati OCSE/PISA 2006

sto nei diversi contesti territoriali (positiva in Piemonte e Veneto, negativa in Friuli-Venezia Giulia, Comunità Fiamminga del Belgio, Catalogna e Scozia).

L'aumento dell'indice di tempo medio per lezioni extra scolastiche ha una relazione negativa e significativa con le performance degli studenti in tutte le regioni tranne in Friuli-Venezia Giulia, mentre lo studio e i compiti a casa mostrano un'associazione positiva e significativa in quasi tutte le regioni.

La proporzione di insegnanti con abilitazione e il rapporto insegnanti/studenti non risultano significative. Questo risultato, che si ripete per tutte le regioni, pare piuttosto interessante. In particolare se si esamina la distribuzione di tale variabile, ad esempio in Piemonte, si osserva che sarebbero 1.194 su 3.780 gli insegnanti senza laurea e 501 coloro che insegnano senza abilitazione.

Da questa distribuzione ci si potrebbero aspettare differenze significative di performance da parte di studenti che hanno insegnanti laureati o con l'abilitazione rispetto a coloro che hanno insegnanti senza tali titoli. Ciò, tuttavia, non avviene. Con tutta probabilità, quindi, non sono queste variabili a cogliere la qualità dell'insegnamento e il differenziale di punteggio che può derivare da avere insegnanti differenti. Una *proxy* della qualità degli insegnanti nell'Indagine PISA 2003 era il *clima disciplinare*. Tale variabile, derivata dalle valutazioni degli studenti rispetto alla capacità degli insegnanti di creare un buon contesto di apprendimento, sembrava qualificare meglio gli insegnanti e il loro stile di insegnamento e aveva un'influenza positiva piuttosto importante sui risultati.

4.4 Conclusioni

L'analisi multilevel condotta ha permesso di evidenziare alcuni fattori che influenzano maggiormente i risultati degli studenti in Piemonte: l'essere nati nel paese del test, i fattori motivazionali, lo status socioeconomico e culturale medio della scuola, l'indirizzo di studio. Tali fattori sembrano influenzare i risultati anche nelle altre regioni prese in esame. Vi è tuttavia spazio per l'elaborazione di modelli su misura per ognuna delle regioni, al fine di valutare quali fattori in ogni singolo contesto si associno a prestazioni migliori.

Alcuni altri fattori presi in esame nell'analisi multilevel dei risultati del Piemonte hanno effetti più contenuti sul punteggio ma significativi. È il caso, a livello del contesto scolastico, dell'ubicazione della scuola, che gioca a sfavore degli studenti che frequentano scuole ubicate in contesti urbani e, a livello delle risorse educative della scuola, del tempo speso in lezioni aggiuntive rispetto ai programmi scolastici (che si associa a una diminuzione del punteggio individuale) e del tempo che gli studenti dedicano allo studio da soli (che si associa invece a un aumento del punteggio individuale). Tali variabili hanno tendenze differenti da regione a regione: l'ubicazione della scuola è un fattore significativo solo in Piemonte e nella Comunità Fiamminga del Belgio, mentre il tempo medio per lezioni extra scolastiche e il tempo medio di studio e compiti a casa mostrano andamenti simili a quelli evidenziati per il Piemonte, ma non sempre significativi.

L'analisi condotta sui dati PISA 2006 ha offerto chiavi di interpretazione più deboli rispetto all'analisi sui dati 2003, che individuava nel genere, nell'uso delle tecnologie della comunicazione e informazione e nel clima disciplinare alcuni fattori forti di spiegazione delle differenze di risultato, che possono essere oggetto di politiche volte a migliorare le performance degli studenti.



Riferimenti bibliografici

- Baumert J., Köller O. (1998), *Interest Research in Secondary Level I: An Overview*, in Hoffmann L. et al. (a cura di), *Interest and Learning*, Institute for Science Education at the University of Kiel, Kiel.
- Abburrà L. (2006) (a cura di), *PISA 2003: bravi come gli altri. Nuova luce sulle competenze dei quindicenni dal confronto fra regioni italiane ed europee*, "Scienze della formazione - Ricerche", Franco Angeli, Milano.
- Martini A., Ricci R. (2007), *I risultati PISA 2003 degli studenti italiani in matematica: un'analisi multilivello per tipologia di scuola secondaria*, in "Induzioni", 34 (1).
- Willms D. (1999), *Basic Concepts in Hierarchical Linear Modeling with Applications for Policy Analysis*, in "Handbook of Educational Policy", Academic Press.
- Pekrun R., Götz T., Titz W., Perry R.P. (2002), *Academic Emotions in Students' Self-regulated Learning and Achievement: A Program of Quantitative and Qualitative Research*, in "Educational Psychologist" 37, Routledge, Taylor & Francis Group, London, pp. 91-106.
- Glaser-Zikuda M., Mayring P., von Rhoebeck C. (2003), *An Investigation of the Influence of Emotional Factors on Learning Physics Interaction*, in "International Journal of Science Education", 25.4, Routledge, Taylor & Francis Group, London, pp. 489-507.



5. Le lezioni di PISA: alcuni spunti per migliorare

di Silvana Mosca (USR Piemonte)

La partecipazione del Piemonte alle due rilevazioni di PISA 2003 e 2006 con un proprio campione rappresentativo ha consentito di:

- evidenziare tratti permanenti dell'andamento positivo o negativo dei risultati del sistema di istruzione piemontese;
- porre in luce alcuni cenni tendenziali di incremento che, se confermati nella prossima rilevazione, potrebbero segnalare prospettive confortanti di miglioramento;
- richiamare all'attenzione generale l'importanza, ancora scarsamente riconosciuta, di disporre di informazioni valide e pertinenti per supportare le decisioni di sistema (politica scolastica), di micro policy di Istituto e di didattica d'aula;
- mettere a disposizione strumenti e metodologie di comprovata scientificità nel campo della valutazione e dell'interpretazione dei risultati;
- creare le possibilità concrete di un utilizzo dei risultati ottenuti nell'indagine per spiegare fenomeni, confermare o meno ipotesi, fondare su prove e fatti conclusioni o proposte.

In particolare, per quanto concerne la competenza scientifica, alcune tra le conclusioni riscontrate riguardano da vicino la didattica e indicano chiaramente i rimedi necessari. In particolare, è ancora diffuso un certo insegnamento nozionistico, dichiarativo, compiuto sui manuali o sugli appunti delle lezioni dei docenti più che non sugli esperimenti di laboratorio o sulla vita reale. Ma accanto a questo aspetto emerge quello collegato ai programmi e ai curricoli: la disciplina delle scienze non è presente nei quadri orari di tutti i tipi di istruzione secondaria di secondo grado, diversamente da quanto accade nella maggioranza degli altri paesi partecipanti all'indagine.

L'aspetto è rilevante ed esige di essere considerato da coloro che attualmente si occupano di riforme del prolungamento dell'obbligo di istruzione.

Relativamente alle diverse percentuali di distribuzione degli studenti tra i livelli inferiori di competenza – livello 1 e 2 – e i livelli superiori – livello 5 e 6 – il Piemonte presenta ripartizioni più confortanti della media nazionale e del Nord-ovest, mostra di saper contenere i livelli bassi su valori intorno alla sufficienza, ma non conta un numero elevato di esiti brillanti ai livelli alti, quali sarebbero auspicabili in funzione di uno sviluppo migliorativo dell'intero sistema.

In particolare, sembra gravare sui valori medi della percentuale di eccellenze un troppo forte divario fra scuole collocate nei centri urbani e scuole collocate in territori extra urbani: i fattori socioeconomici paiono incidere in misura consistente e pertanto prospettano ancora una volta una domanda di servizi di base per sostenere l'equità sociale accanto a risposte di tipo culturale idonee a sviluppare le potenzialità più elevate.

Puntuale inoltre il dato relativo alla mancata correlazione fra esiti positivi e disponibilità di supporti tecnologici nello studio, quando non si tratti di uso di software specifico, come già osservato nell'Indagine 2003 sulle competenze matematiche.

Va comunque evidenziato che il valore medio dei dati relativi alla competenza scientifica, pari a punti 508, è superiore alla media nazionale e del Nord-ovest, anche se il campione piemontese non è comprensivo dei corsi di "formazione professionale", a differenza di alcune altre regioni.

Per questo tipo di istituzioni formative, si disporrà di dati dopo il 2009, ma fin da ora è opportuno segnalare che nella più parte dei programmi di corso le scienze non sono contemplate.

¹ IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study).



In generale, le indagini PISA, come altre valutazioni internazionali quali IEA-PIRLS e TIMSS¹, offrono indicazioni importanti al caso italiano e non solo piemontese. Il Quaderno bianco sulla scuola del 2007 edito congiuntamente dal Ministero dell'Economia e delle Finanze e dal Ministero della Pubblica Istruzione, elenca le seguenti:

- 1) "Misurare conoscenze e competenze e valutare il valore aggiunto dell'azione educativa è possibile", attraverso un forte rigore metodologico, anche se occorrono cautele e prudenza nell'uso conseguente e pertinente delle misurazioni.
- 2) "Misurare conoscenze e competenze generali di base e abilità trasversali", anche se con strumenti e metodologie differenziati.
- 3) "Mirare a un metodo di valutazione che analizzi i progressi degli studenti, anziché il confronto fra scuole nello spazio o nel tempo".
- 4) "Mantenere un significativo grado di discrezionalità e un mix nell'utilizzo dei risultati della valutazione al fine di promuovere comportamenti virtuosi e ridurre distorsioni" (evitare usi causali o automatici dei risultati valutativi: per prendere decisioni di qualsiasi tipo, cambiamenti didattici, incentivi o altro).
- 5) "Affiancare le pratiche di autovalutazione diffuse e continue nel tempo con la valutazione propria del sistema di valutazione nazionale". In Piemonte e in alcune altre regioni del Nord operano reti di scuole di autovalutazione di Istituto. La prima rete piemontese è stata AVIMES (cfr. www.avimes.it).

L'autovalutazione di Istituto, comprendente sia l'analisi del funzionamento che l'analisi dei risultati di apprendimento, è sorta dietro la spinta degli stessi esperti OCSE impegnati nelle indagini sugli Indicatori di Qualità dei Sistemi di Istruzione.

In Italia e in Piemonte le prime esperienze si sono realizzate nel contesto dell'avvio dell'autonomia scolastica tra il 1996 e il 1998 e in relazione al movimento internazionale sulle Scuole efficaci.

Già negli anni precedenti, Francia, Spagna e Olanda, ad esempio, introdussero sistematicamente l'autovalutazione nelle scuole: le reti italiane, e anche l'AVIMES Piemonte si ispirarono a questi approcci ed elaborarono modelli originali.

- 6) "Non enfatizzare il legame tra carriera scolastica (promozione e uscita da un ciclo) e valutazione delle competenze". Ciò per non incentivare il rischio di un insegnamento/apprendimento per il test, già segnalato da casi di altri paesi.

In base alle analisi compiute, alle conseguenti interpretazioni e agli elementi sopra esposti, è possibile:

- delineare alcuni tratti indispensabili per un programma coordinato di interventi migliorativi a diversi livelli rivolto al sistema scolastico e formativo del Piemonte;
- estendere la diffusione dei risultati di valutazione internazionale sia tra dirigenti, insegnanti, famiglie e gli stessi ragazzi delle scuole, sia tra esperti, organismi di ricerca, funzionari e tecnici di enti locali e organi di informazione;
- approfondire lo studio del framework teorico di PISA e delle altre indagini internazionali di sistema da parte degli operatori della scuola e della formazione, per trarne elementi innovativi essenziali alla programmazione educativa e didattica;
- conoscere e sperimentare da parte di docenti e formatori gli strumenti e le metodologie valutative rese disponibili dai centri di ricerca, con lo scopo di sviluppare diagnosi in profondità e individualizzate circa le strategie cognitive degli studenti e di conseguenza ideare pratiche didattiche di superamento;
- in analogia al punto precedente, e con i medesimi o analoghi strumenti, approfondire la ricognizione delle prestazioni medie e delle prestazioni eccellenti per un consolidamento delle prime e un potenziamento delle seconde;
- promuovere e sostenere l'allestimento di condizioni strutturali e di risorse per l'attivazione di modalità pertinenti di insegnamento/apprendimento nelle scuole e di motivazione, sviluppo ed esercizio attivo delle competenze in realtà esperienziali di vita concreta;
- sviluppare e sostenere una o più reti di autovalutazione di Istituto atte a costituire l'interfaccia dei sistemi esterni di valutazione rispetto ai risultati specifici di apprendimento e ai fattori di efficacia a questi collegati;

- produrre e rendere disponibili materiali per lo sviluppo professionale dei docenti e per la realizzazione della didattica con i ragazzi.

I punti sopra elencati costituiscono le premesse in base alle quali è stato costruito il progetto regionale “Le lezioni di PISA” che si collega al precedente progetto MAP (Miglioramento degli Apprendimenti di base e valutazione internazionale OCSE-PISA in Piemonte) e che prende avvio nell’anno scolastico 2008/2009 (cfr. www.piemonte.istruzione.it/progetti – Apprendimenti di base – OCSE-PISA).



Appendici



A.1. L'organizzazione dell'indagine a livello nazionale

di Margherita Emiletti, Sabrina Greco, Valeria Tortora¹ (INVALSI)

L'organizzazione e la gestione di un'indagine comparativa su larga scala, quale PISA, richiede un impegno di risorse finanziarie, ma soprattutto umane di cui non sempre si è consapevoli. In questa appendice vengono illustrate alcune delle attività condotte a livello nazionale per la realizzazione dell'indagine, con l'obiettivo di dare conto della complessità e della difficoltà che questo comporta. In particolare vengono presentate le attività realizzate per il coinvolgimento delle scuole campionate, per assicurare la collaborazione con le Regioni e le Province aggiudicate separatamente, per la correzione delle prove aperte.

A.1.1 I rapporti con le scuole

Nel mese di dicembre 2005 il Consorzio internazionale ha fornito al Centro nazionale, costituito presso l'INVALSI, le liste delle scuole campionate, che comprendevano le scuole estratte come campione principale e le rispettive sostituzioni in caso di rifiuto. Sulla base di queste liste, l'INVALSI ha proceduto ai primi contatti telefonici con i dirigenti scolastici delle scuole campionate, per accertare la loro disponibilità a partecipare all'indagine. Questo primo contatto prevedeva una breve presentazione dell'indagine che, oltre a fornire una prima idea degli adempimenti necessari per aderire a PISA, mirava soprattutto a evidenziare il ruolo fondamentale delle scuole nella raccolta e – conseguentemente – il loro ruolo nel rendere possibile il confronto dei risultati ottenuti dagli studenti italiani con quelli ottenuti dagli studenti degli altri paesi partecipanti. In virtù della numerosità delle scuole campionate, i contatti sono stati organizzati coinvolgendo una società di *call centre*, che ha curato i primi contatti, con il coordinamento e la gestione del Centro nazionale. Si è reso opportuno prevedere una specifica formazione degli operatori prima dell'inizio dei contatti, per assicurarne la qualità; la prima parte del corso di formazione ha previsto una introduzione all'indagine, seguita dalla presentazione della traccia di telefonata, per poi proseguire con una simulazione ipotizzando eventuali probabili obiezioni, domande e/o richieste da parte dei dirigenti scolastici.

Contemporaneamente, presso l'INVALSI si sono svolti i contatti con i centri di formazione professionale; per questi contatti è stato fondamentale il supporto dei referenti regionali, che preventivamente hanno provveduto a effettuare una campagna informativa rivolta a tutti i centri.

La raccolta delle adesioni delle scuole campionate ha dovuto confrontarsi con le difficoltà che si incontrano in operazioni di questo tipo, quali, ad esempio, la necessità di aggiornare i dati anagrafici di una parte delle scuole (ricerca dei recapiti telefonici aggiornati) e di effettuare diversi tentativi successivi per poter riuscire a parlare con i dirigenti.

Per rendere possibile la realizzazione e il monitoraggio dei contatti con le scuole, la pianificazione delle somministrazioni, l'organizzazione dei seminari di formazione per gli insegnanti referenti e il monitoraggio delle spedizioni dei materiali alle e dalle scuole è stato costruito un *database* relazionale su Microsoft Access, che ha permesso di gestire, consultare e reperire più facilmente le informazioni attraverso specifiche interrogazioni. Il *database* consentiva la produzione di *report* per ogni scuola, contenenti tutte le informazioni e gli aggiornamenti utili per coordinare le differenti fasi dell'indagine.

Secondo le procedure specificate a livello internazionale, dopo aver acquisito l'adesione telefonica dalle scuole, l'INVALSI ha provveduto a formalizzare la partecipazione all'indagine e, quindi, a fornire le indicazioni e le informazioni utili per il suo svolgimento nelle scuole, inviando alle stesse:

¹ I paragrafi A.1 e A.1.1 sono stati redatti da Valeria Tortora; i paragrafi A.1.2 e A.2 sono stati redatti da Sabrina Greco; il paragrafo A.3 e il box "La traduzione e l'adattamento degli strumenti" sono stati redatti da Margherita Emiletti.



- un modello per confermare i dati anagrafici della scuola;
- un modello per la compilazione della lista degli studenti quindicenni iscritti alla scuola;
- le istruzioni per la compilazione della lista;
- le indicazioni per la scelta dell'insegnante referente;
- la lettera ufficiale dell'INVALSI indirizzata al Dirigente;
- la presentazione dell'indagine che ne illustrava le caratteristiche e gli obiettivi;
- la documentazione amministrativa per poter ufficializzare la collaborazione.

Le fasi che hanno seguito il primo contatto sono state curate all'interno dell'INVALSI dal Centro nazionale che ha costantemente guidato le scuole partecipanti nella realizzazione delle diverse fasi, dal campionamento degli studenti alla formazione degli insegnanti referenti sulle procedure di somministrazione, dalla somministrazione degli strumenti alla ricezione dei materiali da parte delle singole scuole.

Ciascuna scuola partecipante ha inviato l'elenco della popolazione eligibile, ovvero degli studenti iscritti nati nel 1990. Il Centro nazionale ha estratto casualmente un gruppo di 35 studenti dalle liste ricevute, utilizzando un software appositamente costruito per il campionamento degli studenti e per la gestione dei dati, quindi ha inviato l'elenco degli studenti estratti alle scuole. Le scuole, dopo aver

Tabella A.1. Distribuzione del campione per area geografica e per tipo di scuola

	Licei	Istituti tecnici	Istituti professionali	Scuole medie	Formazione professionale	Totale
Macroarea						
Nord-ovest	60	51	35	9	27	182
Nord-est	106	89	60	9	47	311
Centro	12	8	6	1		27
Sud	44	32	28	7		111
Sud-Isole	62	52	39	15	7	175
Totale	284	232	168	41	81	806
Regioni aggiudicate separatamente						
Basilicata	18	18	13	1	7	57
Bolzano	27	20	11	6	19	83
Campania	22	14	13	4		53
Emilia-Romagna	19	18	15			52
Friuli-Venezia Giulia	27	18	15	1		61
Liguria	22	14	11	4	22	73
Lombardia	17	18	12	2	5	54
Piemonte	19	17	11	3		50
Puglia	20	16	13	3		52
Sardegna	21	18	10	6		55
Sicilia	21	14	13	7		55
Trento	16	16	7		22	61
Veneto	17	17	12	2	6	54

Tabella A.2. Dettaglio regionale della partecipazione delle scuole a PISA 2006

Scuole campionate	63
Scuole che hanno aderito all'indagine	50
<i>di cui:</i>	
Appartenenti al campione iniziale	47
Sostituzioni	3
Scuole che non hanno potuto partecipare all'indagine*	14
<i>di cui:</i>	
Appartenenti al campione iniziale	13
Sostituzioni	1
Scuole che hanno rifiutato di partecipare all'indagine	3

* Di queste, otto scuole non avevano studenti PISA, quattro scuole avevano due studenti, e due scuole un solo studente PISA.

identificato gli eventuali studenti da escludere, perché in particolari condizioni di svantaggio (disabili funzionali o mentali oppure con una conoscenza limitata della lingua italiana) o perché studenti ritirati dalla scuola e non più frequentanti, hanno rinviato la lista corredata di tali informazioni al Centro nazionale.

La stampa, il confezionamento e la spedizione dei pacchi contenenti i materiali per la somministrazione sono stati affidati a una ditta esterna; come nel caso dei primi contatti telefonici con le scuole, ciò ha reso necessario provvedere sia alla formazione degli operatori che hanno confezionato i fascicoli delle prove sia a una organizzazione e gestione scrupolosa da parte dell'INVALSI dei contatti tra la ditta e le scuole. Dopo la somministrazione, gli strumenti di indagine sono stati raccolti e riorganizzati per poter iniziare le operazioni di correzione dei fascicoli e di codifica delle domande sulle professioni, attraverso la classificazione internazionale Isco (*International Standard Classification of Occupation*). Al termine di tali operazioni, tutto il materiale è stato inviato alla ditta incaricata dell'inserimento dei dati. Questa attività è stata costantemente monitorata e controllata dal Centro nazionale.

A.1.1.1 I materiali illustrativi dell'indagine

Il Centro nazionale ha predisposto alcuni materiali informativi che hanno permesso di motivare e coinvolgere tutti i partecipanti. Questi materiali sono risultati funzionali a tutte le fasi dell'indagine.

Alle scuole campionate è stata fornita una breve presentazione del progetto, focalizzata sugli aspetti che rendono PISA importante per il paese, per le scuole, per gli studenti e centrando l'attenzione sulla dimensione internazionale.

Gli insegnanti referenti hanno ricevuto un fascicolo contenente esempi di prove rilasciate nei precedenti cicli di PISA; per ciascuna area oggetto di indagine sono state proposte le prove rappresentative dei diversi livelli di difficoltà, delle differenti tipologie di domanda e le relative indicazioni di correzione. È stato predisposto materiale informativo anche per gli studenti, presentato sotto forma di *brochure* con una struttura grafica accattivante, che gli insegnanti hanno utilizzato per la preparazione e il coinvolgimento degli studenti all'indagine.

Infine, per presentare l'indagine ai genitori, è stata preparata una lettera di accompagnamento al questionario loro riservato.

La collaborazione delle scuole (dirigenti scolastici, personale amministrativo, insegnanti referenti, studenti campionati e genitori) si è dimostrata essenziale: tutti hanno svolto con serietà e impegno il proprio ruolo, rispettando le procedure in maniera corretta e scrupolosa e garantendo, in tal modo, la raccolta dei dati.

Contemporaneamente allo svolgersi dei contatti con le scuole e con le Regioni, il Centro nazionale ha messo a disposizione sul sito web due servizi di comunicazione: la bacheca e il forum. La prima è servita come area di raccolta dei materiali utili; il forum, invece, è stato progettato come spazio per scrivere e per scambiarsi informazioni e documenti. Inoltre, è stato creato anche un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di informazioni con le scuole campionate.

A.1.1.2 I seminari di formazione per gli insegnanti referenti

I seminari di formazione erano riservati ai referenti delle scuole partecipanti a PISA 2006. Per la loro organizzazione si è tenuto conto della distribuzione delle scuole campionate sul territorio nazionale e della necessità di lavorare con un numero ristretto di insegnanti (tra i 25 e i 30 insegnanti), questo perché gli incontri sono stati pensati non come momenti di semplice "addestramento", ma come occasioni per lavorare insieme agli insegnanti. La modalità di lavoro adottata ha portato a realizzare in alcune città più di un seminario.

La distribuzione degli insegnanti referenti tra i vari seminari e la loro convocazione è stata curata dall'INVALSI. La durata di ciascun seminario era di un giorno. La mattina era dedicata alla presentazione dell'Indagine PISA 2006 e alla presentazione di alcuni risultati di PISA 2003, con alcuni momenti di dibattito collettivo. Il pomeriggio era riservato alla presentazione e alla discussione delle procedure di somministrazione e dei compiti specifici dell'insegnante referente.

**Tabella A.3.** Piano dei seminari di formazione per gli insegnanti referenti realizzati a livello nazionale

Febbraio 2006					
3	Venerdì	Roma			
6	Lunedì		Bolzano	Genova	
7	Martedì	Napoli	Bolzano	Genova	Torino
8	Mercoledì	Napoli	Brunico	Savona	Torino
9	Giovedì		Merano		
13	Lunedì	Milano			
14	Martedì	Milano			
15	Mercoledì	Modena		Padova	
16	Giovedì	Bologna	Udine	Venezia	
17	Venerdì		Gorizia		
20	Lunedì	Matera	Bari		
21	Martedì	Potenza	Bari	Trento	Palermo
22	Mercoledì			Trento	
23	Giovedì				Catania
27	Lunedì	Cagliari			
Marzo 2006					
1	Mercoledì	Sassari			

I seminari di formazione sono stati progettati, organizzati e condotti dal gruppo di lavoro PISA dell'INVALSI. A ciascun seminario, hanno partecipato anche uno o più rappresentanti delle regioni e delle province aggiudicate separatamente, in vista della possibilità di essere coinvolti direttamente nelle somministrazioni in caso di assenze impreviste dei referenti nel giorno della somministrazione.

Nel mese di febbraio e nei primi giorni di marzo sono stati realizzati 30 incontri con gli insegnanti referenti, organizzati a livello nazionale secondo il piano presentato di seguito (Tab. A.3). In Piemonte sono stati realizzati due seminari, nei giorni 7 e 8 febbraio 2006. I due incontri si sono svolti a Torino, presso il Liceo Classico Massimo D'Azeglio. Sempre nel mese di marzo sono stati realizzati i seminari di recupero, alcuni di questi a cura dei referenti regionali e provinciali.

A.1.2 La partecipazione delle regioni/province autonome a PISA 2006

La partecipazione italiana a PISA è cresciuta nelle tre rilevazioni realizzate fino a oggi. Nel 2003 si è verificata una prima estensione del progetto alle realtà locali: la Lombardia, il Piemonte, la Toscana, il Veneto e le due province autonome di Bolzano e di Trento hanno partecipato a PISA 2003 con un sovracampionamento a livello regionale e provinciale. Hanno partecipato a PISA 2006 11 regioni (Basilicata, Campania, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Veneto) e le due province autonome di Bolzano e di Trento.

Le Regioni e le Province autonome che hanno partecipato a PISA con un campione aggiudicato separatamente hanno potuto ricavare informazioni sull'efficacia delle scuole del proprio territorio in riferimento alle aree oggetto di indagine, attraverso il confronto dei risultati conseguiti dagli studenti quindicenni della propria regione o provincia con i dati nazionali e con quelli delle macroaree geografiche. Questa partecipazione è stata formalizzata attraverso la stipula di una convenzione con l'INVALSI. In PISA 2006 sono stati utilizzati tre modelli di convenzione, a seconda della modalità di stesura del rapporto regionale o provinciale (a cura dell'INVALSI, in collaborazione con INVALSI, completamente a cura delle regioni o delle province). Gli aspetti caratterizzanti la convenzione e comuni a tutti i modelli riguardano:

- l'organizzazione della collaborazione tra le regioni e le province e l'INVALSI;
- i tempi di pubblicazione dei rapporti regionali e provinciali: le regioni e le province hanno la possi-

bilità di pubblicare i propri rapporti non prima di due mesi dalla pubblicazione del rapporto internazionale, indipendentemente dalla pubblicazione di quello nazionale;

- l'autorizzazione a rendere pubblici e a inserire sul sito web dell'INVALSI i *database* regionali e provinciali all'interno del *database* nazionale (mantenendo comunque la riservatezza sulle scuole e sugli studenti), per ulteriori analisi e approfondimenti.

Altro aspetto presente nella convenzione, e che qui vale la pena sottolineare, è quello relativo alla figura del referente regionale o provinciale. Data la complessità delle operazioni necessarie per la realizzazione dell'indagine e considerato il numero di scuole coinvolte (806) è stato necessario individuare un responsabile per il progetto a livello locale, con il compito di gestire i rapporti con l'INVALSI per tutte le attività previste. La condizione posta è che venisse incaricato un unico referente, anche se a livello locale era presente un gruppo di lavoro formato da istituzioni diverse (ad esempio Regione e Ufficio Scolastico Regionale).

I referenti hanno avuto un ruolo molto importante in PISA 2006. Hanno contribuito alla raccolta dei dati necessari per il campionamento, verificando l'esattezza dei dati del Ministero della Pubblica Istruzione (allora MIUR), fornendo all'INVALSI i dati sulla formazione professionale (in quelle Regioni o Province per le quali sono stati inclusi nel campione le scuole professionali e i corsi di formazione professionale attivati in anticipazione della Legge 53/2003).

Hanno contribuito alla realizzazione dei contatti con le scuole inserite nei campioni, sia nazionale che regionali, e alla diffusione delle informazioni nelle scuole: in alcune situazioni sono state organizzate iniziative locali per la presentazione di PISA, al fine di favorire la partecipazione delle scuole al progetto.

Altre attività in cui si è concretizzata la collaborazione tra regioni e INVALSI sono relative alla realizzazione di tutta una serie di piccole, ma importanti operazioni quali la raccolta a livello regionale delle dichiarazioni di rispetto delle regole di segretezza e di riservatezza che tutte le persone che entrano in contatto con i materiali del progetto (strumenti, documenti e dati) sono tenute a osservare; l'individuazione di possibili candidati per il "controllo di qualità", previsto in circa il 10% delle scuole del campione; l'individuazione di somministratori per eventuali sostituzioni degli insegnanti referenti. In alcuni casi, gli stessi referenti hanno condotto la somministrazione delle prove PISA in quelle scuole in cui i coordinatori di scuola non hanno potuto portare a termine l'incarico per cause non prevedibili al momento della loro nomina.

In diverse realtà locali, come in Piemonte ad esempio, l'INVALSI ha potuto fare affidamento sull'aiuto del referente regionale per l'individuazione e la predisposizione della sede in cui svolgere il seminario e per sollecitare la partecipazione dei coordinatori di scuola ai seminari di formazione.

Un ulteriore terreno di collaborazione, per la Provincia di Bolzano e per il Friuli-Venezia Giulia, è stato quello relativo alla predisposizione degli strumenti di indagine in lingua tedesca e in lingua slovena, collaborazione che ha interessato anche la fase di pulizia dei dati, con la verifica e la risoluzione delle discrepanze per l'invio dei dati al Consorzio internazionale e il controllo e la verifica dei dati sulla base delle osservazioni e delle richieste del Consorzio.

La traduzione e l'adattamento degli strumenti

Il lavoro di traduzione è stato oggetto di grande attenzione, per l'esigenza di giungere a versioni tradotte "equivalenti" all'originale, cioè versioni in cui il processo di traduzione non introducesse elementi che potessero inavvertitamente alterare la difficoltà e le caratteristiche psicometriche delle prove e dei singoli quesiti, invalidando così il confronto internazionale.

Il Consorzio internazionale ha messo a punto due versioni delle prove, rispettivamente in inglese e in francese, quali punti di partenza per le traduzioni nelle diverse lingue dei paesi partecipanti.

L'Italia ha seguito la procedura, raccomandata a livello internazionale, della doppia traduzione, dall'inglese e dal francese, di ogni prova e della successiva riconciliazione delle due traduzioni per giungere a una versione unica.



La traduzione dei questionari e dei manuali, dalla sola lingua inglese, è avvenuta parallelamente a un processo di adattamento dei primi alla nostra realtà scolastica e dei secondi alle procedure che si intendevano seguire per la somministrazione.

La traduzione delle prove, dei questionari e dei manuali è stata poi sottoposta a un processo di verifica da parte di CAPSTAN, l'agenzia internazionale che si è occupata del controllo e della correzione delle traduzioni nazionali degli strumenti.

Tutti gli adattamenti richiesti a livello nazionale sono stati documentati su apposite schede (si tratta di fogli elettronici, uno per ciascun tipo di strumento: prove cognitive, questionari e manuali) nelle quali è stata riportata la versione originale, la traduzione con l'adattamento nazionale, la traduzione in lingua inglese dell'adattamento proposto e la motivazione della richiesta di adattamento. Le schede con gli adattamenti nazionali approvati e gli strumenti tradotti sono stati sottoposti a un ulteriore controllo da parte del Consorzio internazionale.

Dopo aver riportato tutte le correzioni e le modifiche concordate, sono stati assemblati gli strumenti nella loro versione definitiva. Sono state preparate 13 versioni dei fascicoli di prove cognitive; 4 versioni del questionario studente, 1 versione del questionario scuola e 1 versione del questionario genitori.

Prima di procedere alla stampa, i fascicoli e i questionari, in versione elettronica in formato pdf, sono stati inviati al Consorzio internazionale per un *Final Optical Check*, cioè per una verifica finale dell'impaginazione e dell'equivalenza, anche dal punto grafico, dello strumento finale tradotto rispetto all'originale.

PISA è un progetto fortemente collaborativo. L'esperienza di PISA 2006 ha messo ancora più in evidenza questa sua dimensione.

In PISA 2006, infatti, la relazione tra Regioni e INVALSI si è caratterizzata come un rapporto di collaborazione continua. Per favorire questa collaborazione è stato costituito un tavolo di confronto permanente sulla realizzazione dell'indagine: sono stati realizzati incontri periodici con i referenti locali per la discussione e la condivisione dell'andamento delle diverse fasi dell'indagine.

Sono stati realizzati anche alcuni incontri di formazione (ad esempio, sulla correzione delle prove aperte, sulla gestione e sull'analisi dei dati) allo scopo di favorire la costituzione di gruppi locali che potessero lavorare sui dati della ricerca in autonomia dal Centro nazionale.

Sul sito web del progetto, all'interno del portale dell'INVALSI, è stata aperta una sezione dedicata alla regioni, fornita di bacheca e di forum, per la diffusione di quanto prodotto a livello internazionale, nazionale e locale. La sezione è stata utilizzata per lo scambio di comunicazioni, documenti e informazioni tra il Centro nazionale PISA e i referenti delle regioni e delle province partecipanti con un proprio campione. In questo spazio sono stati pubblicati alcuni materiali riguardanti le caratteristiche e le fasi del progetto (nota sul campionamento; nota su tempi e procedure di somministrazione, ecc.); la versione elettronica del rapporto internazionale; le tabelle con i dati internazionali; i dati PISA per le analisi necessarie per la stesura dei rapporti regionali. Tutti questi materiali sono stati resi disponibili alle regioni e alle province nel momento stesso in cui il Centro nazionale PISA ne è entrato in possesso.

La comunicazione con i referenti delle istituzioni coinvolte è stata mantenuta anche attraverso l'utilizzo di una mailing list.

A.1.3 La correzione delle prove aperte

L'accertamento di ciascuna area di literacy (scienze, matematica e lettura) avviene attraverso l'analisi delle risposte degli studenti a prove scritte strutturate e semi-strutturate. Ciascuna prova è costituita da uno stimolo (testo, grafico o figura), seguito da uno o più quesiti le cui caratteristiche sono illustrate in tabella A.4.

Come si può osservare, mentre per tutti i quesiti a scelta multipla e per alcuni quesiti aperti a risposta univoca si procede direttamente all'immissione dei dati, per gli altri tipi di quesiti è necessario l'inter-

Tabella A.4. I quesiti di PISA 2006: tipi, codifiche richieste e quantità per ambito di *literacy*

Tipo di quesito	Natura del quesito	Codifica richiesta	Matematica	Lettura	Scienze	Totale quesiti per tipo di codifica richiesta
A scelta multipla	Il classico “scegli una risposta” tra una serie di risposte date	Nessuna (il codice abbinato alla risposta scelta dallo studente viene immesso direttamente nel data base)	20	11	98	129
A scelta multipla complessa	Serie di affermazioni per ciascuna delle quali è richiesto di dare una risposta del tipo vero/falso o sì/no	Nessuna (il codice abbinato alla risposta scelta dallo studente viene immesso direttamente nel data base)				
Aperto a risposta univoca	Richiede una breve risposta, verbale o numerica, e ammette una sola risposta corretta.	Per alcune domande: nessuna (la risposta dello studente viene immessa direttamente nel computer) Per altre domande: un correttore (che assegni alla risposta un codice giusto/errato per l'immissione dei dati)				
Aperto a risposta breve	Richiede una breve risposta, verbale o numerica, ma ammette diverse possibili risposte corrette.	Un correttore, che assegni un codice alla risposta, in accordo con le <i>Guide alla codifica</i> . Un sottocampione di queste domande sono corrette in modalità multipla	28	17	42	87
Aperto a risposta articolata	Richiede una lunga risposta scritta o di spiegare i passaggi che si compiono per risolvere problemi.	Un correttore, che assegni un codice alla risposta in accordo con le <i>Guide alla codifica</i> . Un sottocampione di queste domande sono corrette in modalità multipla				
Totale quesiti per area di <i>literacy</i>			48	28	140	216

vento di un correttore che stabilisca il grado di correttezza di ogni risposta e assegni ad essa un codice numerico che viene successivamente immesso nel software di immissione dati.

A.1.3.1 Che cosa significa codificare le risposte aperte?

Codificare una risposta aperta vuol dire attribuire un punteggio a quella risposta (pieno o nullo o, in alcuni casi, anche parziale), ovvero significa valutare il grado di capacità dimostrato dallo studente nel risolvere il quesito. Il punteggio da attribuire può essere pieno oppure parziale a seconda del grado di correttezza della risposta. Il lavoro di codifica si basa sulla comprensione dei confini tra un tipo di risposta e un altro, e sulla capacità dei correttori di interpretare in modo corretto le definizioni e l'impiego di ciascun tipo di punteggio contenuto nella Guida alla codifica.

Alcuni quesiti a risposta aperta prevedono l'uso di un codice a due cifre, dove la prima cifra rappresenta il livello di correttezza della risposta, la seconda cifra serve per codificare tipologie di risposta differenti, in modo da consentire la raccolta di maggiori informazioni riguardo agli errori più comuni e ai fraintendimenti da parte degli studenti nonché riguardo ai diversi approcci nella risoluzione di problemi, tenendone traccia nel *database* (quando cioè non vi è più alcuna presenza della risposta completa dello studente, se non il codice che la rappresenta).



A.1.3.2 Le fasi del lavoro di codifica

Le operazioni di codifica delle prove aperte hanno implicato diverse fasi:

1) Reclutamento e formazione dei correttori

Per ciascun ambito di literacy sono stati reclutati correttori con competenze specifiche, il cui numero è stato dettato dal numero di prove da codificare e dall'esigenza di seguire le duplice indicazioni del Consorzio internazionale di svolgere il lavoro di codifica in cinque settimane e di non impegnare i correttori nel lavoro di codifica per più di sei ore al giorno. Inoltre, per dare continuità e valorizzare il lavoro svolto nelle rilevazioni precedenti dell'indagine, si è cercato di coinvolgere nuovamente i correttori che avevano collaborato alla correzione delle prove aperte per PISA 2003.

Sulla base di queste priorità, a fronte di circa 26.000 fascicoli attesi per la codifica di migliaia di domande, i gruppi di correttori sono stati composti come segue:

- *scienze*: 26 correttori, tutti con diploma universitario in ambito scientifico (13 dei quali iscritti alle Ssis), coordinati da 3 esperti (*table leader*) responsabili dell'organizzazione della correzione e con il compito di segnalare al Consorzio internazionale e risolvere eventuali questioni riguardanti risposte degli studenti che non erano state previste nella *Guida alla codifica* oppure di difficile interpretazione, nonché di monitorare la qualità della correzione;
- *matematica*: 13 correttori, tutti con diploma universitario in matematica, alcuni dei quali avevano già partecipato alle operazioni di codifica per lo studio principale 2003, coordinati da 2 *table leader*;
- *lettura*: 13 correttori, tutti con esperienza di studi umanistici a livello universitario ed esperienza di correzione di prove aperte di lettura in PISA 2003, coordinati da 2 *table leader*.

A partire dai primi di dicembre 2005 tutti i potenziali correttori sono stati contattati personalmente per valutare la loro disponibilità per tutta la durata della correzione (che si è svolta nel mese di maggio 2006) e successivamente, alla fine di marzo 2006, sono stati convocati per la selezione. La selezione dei correttori è stata fatta sulla base della disponibilità accordata a prendere un impegno di lavoro a tempo pieno per un breve periodo, del curriculum presentato e del risultato dei singoli a una prova selettiva di codifica. Il Consorzio internazionale ha infatti fornito, per ciascun ambito di literacy, un fascicolo di Prove di correzione con esempi di quesiti a risposta aperta, seguiti ciascuno dalle indicazioni per la correzione e da alcuni esempi di risposte fornite dagli studenti alle quali i correttori hanno assegnato un codice.

A fine aprile 2006, si sono tenuti i corsi di formazione per i correttori selezionati. I corsi sono durati tre giorni e sono stati svolti parallelamente per i tre ambiti di *literacy*. Ciascun corso è stato articolato in due parti: una prima parte teorica, di presentazione delle caratteristiche principali del progetto PISA, nella quale è stato approfondito in particolare il ruolo dei correttori e soprattutto l'importanza della loro affidabilità nell'applicare rigorosamente le regole della correzione stabilite dal Consorzio internazionale; una seconda parte di esercitazione pratica, utilizzando le prove e gli esempi di risposte contenute nel *Fascicolo per l'esercitazione dei correttori* fornito dal Consorzio. Per ciascuna prova proposta, ogni correttore ha dapprima cercato di risolverla per acquistare familiarità sia con il contenuto del materiale che funge da stimolo, sia con i quesiti stessi, poi, seguendo la *Guida alla codifica*, ha assegnato un codice ai vari esempi di risposta riportati per ciascuna prova nel fascicolo. Questo lavoro è stato seguito da una discussione collettiva dei codici assegnati, volta a risolvere eventuali discordanze di codifica tra i correttori, per condividere una corretta lettura della *Guida alla codifica* e arrivare a un consenso totale sul tipo di codice da assegnare a quel tipo di risposta.

2) Controllo dei fascicoli e loro preparazione in vista della correzione

I fascicoli, al loro ritorno dalle 806 scuole che hanno partecipato all'indagine, sono stati rigorosamente controllati sulla base degli elenchi degli studenti di ciascuna scuola, verificando la corrispondenza tra i codici di presenza/assenza alla somministrazione e i codici studente riportati sui fascicoli compilati. Non si è mai verificata la mancanza di fascicoli, mentre si è verificato il fatto che a alcuni fascico-

li gli studenti avessero strappato o cancellato l'etichetta con il codice identificativo. Ove possibile il codice dell'etichetta è stato ricostruito utilizzando la corrispondenza tra il numero del fascicolo, le risposte degli studenti alle domande D2 e D3 (data di nascita e sesso) riportate sul Questionario Studente e gli stessi dati nell'Elenco Studenti.

I fascicoli compilati dagli studenti sono stati in totale 21.773; 1.478 quelli compilati dagli studenti del Piemonte.

I fascicoli sono stati divisi per tipo (da 1 a 13) quindi ordinati per codice crescente di scuola. Una volta ordinati, da sei tipi di fascicoli (1, 3, 5, 6, 8 e 10) sono stati estratti e messi da parte 100 esemplari (dato che per ogni tipo di fascicolo vi erano circa 1.600 esemplari è stato estratto un fascicolo ogni 16) per la correzione multipla, di cui si dirà in seguito. Con tutti gli altri fascicoli di ciascun tipo sono stati poi formati 48 sottogruppi contenenti ciascuno in media 34 esemplari. Ogni sottogruppo di fascicoli è stato accompagnato da una scheda prestampata con indicati il numero del sottogruppo, il numero del fascicolo, i codici delle scuole appartenenti a quel sottogruppo, i *cluster* di prove presenti, i codici dei correttori preposti alla correzione di ogni singolo *cluster* e lo spazio per il correttore dove poter apporre data e firma una volta terminata la correzione del proprio *cluster*.

Per ordinare e disporre in modo accessibile una tale mole di materiali, e per mettere i correttori in condizioni di svolgere confortevolmente un lavoro di grande concentrazione, si è cercato un luogo idoneo. L'INVALSI ha stipulato una convenzione con una scuola di Roma la quale ha concesso, dall'inizio di aprile a fine giugno, l'utilizzo di un intero piano del proprio stabile. È stato così possibile disporre di un magazzino (a piano terra) per lo smistamento e la registrazione dei materiali, di una grande aula per la sistemazione ordinata dei materiali da codificare e di un'aula di lavoro per ciascun gruppo di correttori.

I problemi riscontrati in questa fase sono legati principalmente ai ritardi nella consegna dei pacchi di ritorno dalle scuole. La situazione ideale prevede, infatti, di iniziare i lavori di codifica una volta ricevuti tutti i fascicoli. In realtà, i lavori sono iniziati l'8 maggio, con una settimana di ritardo rispetto l'inizio previsto, e con tre quarti dei materiali a disposizione. Questo ha comportato che, dal 12 giugno, si procedesse alla ripetizione di tutte le operazioni per la codifica del restante quarto di fascicoli arrivati in ritardo. Le operazioni si sono effettivamente concluse il 19 giugno.

3) Correzione dei fascicoli secondo le procedure internazionali

La correzione delle risposte aperte degli studenti è stata fatta in due fasi diverse:

- la correzione in modalità singola di tutte le prove aperte appartenenti a tutti i *cluster* dei fascicoli non selezionati per la correzione multipla;
- la correzione in modalità multipla delle prove aperte appartenenti a alcuni *cluster* dei fascicoli selezionati per questo tipo di correzione (al termine della quale altri correttori hanno codificato in modalità singola il resto del fascicolo).

La *correzione in modalità singola* è stata fatta a livello di singolo *cluster*. Prima di procedere alla correzione di tutte le prove aperte di ciascun *cluster* si è tenuto un ulteriore momento di formazione dei correttori, discutendo alcune delle risposte degli studenti alle specifiche domande di cui il *cluster* era composto. Quindi sono stati corretti tutti i quesiti di quel *cluster*, in tutti e quattro i fascicoli in cui esso era contenuto, prima di passare a quello successivo. All'interno di ciascun *cluster*, la correzione è stata fatta quesito per quesito, cioè, il quesito X è stato corretto su tutti i fascicoli dei gruppi assegnati a ciascun correttore prima di passare al quesito successivo.

La codifica per *cluster* ha comportato necessariamente operazioni più complesse di spostamento dei materiali tra i diversi correttori rispetto a una codifica fatta per tipo di fascicolo, ma ha avuto il vantaggio di minimizzare gli effetti della severità o dell'indulgenza di un correttore su uno studente in particolare, in quanto ogni fascicolo è stato corretto da quattro correttori diversi (uno per ciascun *cluster*). Il Consorzio internazionale ha messo a punto uno schema per la rotazione dei fascicoli tra i diversi correttori studiato per evitare sovrapposizioni e minimizzare i tempi di attesa tra correttori che dovevano lavorare sugli stessi fascicoli.



Al termine di ogni giornata di lavoro, i responsabili di ogni ambito di *literacy* effettuavano un controllo su un campione di fascicoli corretti per identificare eventuali errori ricorrenti o problemi da sottoporre il giorno successivo al singolo correttore o alla discussione collettiva, se il caso fosse stato particolarmente interessante. Lo scopo di questa operazione era non soltanto controllare l'affidabilità dei singoli correttori, ma anche migliorare la precisione della correzione e quindi il lavoro dei correttori stessi.

Infine, è stato molto utile rivolgersi al servizio di *Coder query* offerto dal Consorzio per risolvere i casi in cui la risposta dello studente non rientrava tra le tipologie previste dalla *Guida alla codifica*.

Nella parte finale del processo di correzione, ossia quando i correttori hanno acquisito la massima familiarità con i quesiti e le relative *Guide alla codifica*, si è proceduto alla *correzione in modalità multipla*. In questa fase, ciascun fascicolo, messo da parte all'inizio di tutto il lavoro di correzione, è stato corretto da quattro diversi correttori separatamente, in un'unica giornata. I primi tre correttori hanno registrato il codice da assegnare alla risposta dello studente su un'apposita scheda mentre il quarto lo ha segnato direttamente sul fascicolo.

Lo scopo della correzione multipla è quello di controllare il grado di affidabilità dei correttori. Per questo motivo, il lavoro viene svolto in assoluta autonomia dai singoli correttori, ai quali, in questa fase, non è permesso consultarsi tra loro o chiedere consigli al *table leader*.

Le codifiche riportate sulle schede e sui fascicoli corrispondenti sono state successivamente inserite in un *database* che è stato trasmesso al Consorzio internazionale. Quest'ultimo ha elaborato e rilasciato a ogni paese le statistiche sul grado di accordo tra i correttori sulla base degli indici di variabilità per quesito e per paese, in tre forme:

- il contributo di ciascun paese alla variabilità internazionale, espresso in percentuale;
- il grado di accordo (omogeneità) tra i propri correttori sulla codifica di ciascun quesito rispetto al grado di accordo tra i correttori a livello internazionale;
- il contributo di ciascun correttore alla variabilità nazionale.

I dati dell'Italia sul grado di affidabilità dei correttori sono risultati pienamente in linea con i parametri del Consorzio internazionale. Nell'ambito della *literacy* matematica, in particolare, si è riscontrato il più alto grado di accordo tra i correttori e il minimo contributo alla variabilità internazionale.



A.2 Descrizione delle variabili inserite nei modelli multilevel

di Paola Borrione, Luisa Donato (IRES Piemonte)

A.2.1 Variabili del Livello studente

1. *Indice Escs*

Campo di variazione da -3 a +3

Media OCSE = 0

L'aumento del punteggio per unità dell'indice indica la variazione nel punteggio data dall'aumento di 1,0 unità: ad esempio in Piemonte l'aumento è di 32 punti: passare quindi da un valore di Escs pari a 1 a un valore pari a 2 comporta un aumento di 32 punti. Ciò significa che, in Piemonte, l'aumento dell'indice Escs, dal valore del campo di variazione più basso al valore più elevato, comporta indicativamente un aumento di 192 punti delle performance degli studenti.

2. *Genere*

Variabile dicotomica

Genere femminile = 1

Genere maschile = 0

I modelli calcolano la variazione del punteggio dovuto alla variazione di stato. Il valore dell'intercetta è riferito a uno studente di genere maschile e la variabile informa rispetto alla variazione data dal passaggio al genere femminile.

3. *Essere italiano*

Variabile dicotomica

Essere italiano = 1

Essere straniero = 0

La variabile indica se lo studente è nativo e non nativo nel paese in cui ha svolto il test PISA 2006.

4. *Interesse generale per le scienze (intscie)*

Indice motivazionale disponibile nella base dati PISA 2006

Campo di variazione da -3 a +3

Media OCSE = 0

Media Piemonte = 0,11

Media Italia = 0,18

La variazione del punteggio per unità dell'indice intscie è positiva, ovvero a ogni aumento unitario le performance degli studenti crescono di 23 punti a livello nazionale e di 28 punti in Piemonte.

Tale variabile viene considerata nell'indagine PISA sia un fattore che favorisce l'apprendimento, in quanto l'interesse per un soggetto può influenzare l'intensità e la continuità del coinvolgimento degli studenti così come il loro livello di comprensione, sia una dimensione che può essere oggetto di politiche pubbliche.

Esso inoltre gioca un ruolo importante nella decisione di intraprendere carriere in campo scientifico e tecnologico (OECD, 2006) con evidenti ripercussioni anche per la società. Come riporta infatti il rapporto internazionale di PISA 2006: "Issues of motivation and attitudes are particularly relevant in science. Science and technology have enabled remarkable achievements over the past 100 years – taking people to the moon and back; eradicating diseases such as small pox; inventing tools such as the computer, on which individuals rely for functions as diverse as calculating the financial return on an investment to controlling the altitude of a plane; and providing communication tools that allow people to remain in contact even when they are separated by thousands of kilometres" (p. 122).



Poiché l'interesse per la scienza può scaturire a causa di fattori molto differenti (esperienze nel contesto familiare o scolastico, influenza del gruppo dei pari, modalità di insegnamento della scienza, ecc.) nell'Indagine PISA si è scelto di misurare l'interesse generale per la scienza chiedendo agli studenti: il loro livello di interesse per alcune soggetti scientifici (dall'astronomia alla biologia, dalla fisica alla geologia); l'interesse rispetto al metodo scientifico; il livello di comprensione che essi hanno rispetto ai requisiti della spiegazione scientifica dei fenomeni.

5. *Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)*

Indice motivazione disponibile nella base dati PISA 2006

Campo di variazione da -2 a +2

Media OCSE = 0

Media Piemonte = 0,06

Media Italia = 0,12

La variazione del punteggio per unità dell'indice JOYSCIE è positiva, ciò significa che essa aumenta le performance di 24 punti a livello nazionale e di 26 in Piemonte.

Gli studenti che si divertono ad apprendere le scienze tendono ad essere emotivamente legati allo studio e alla comprensione delle scienze come a una attività espressiva (Glaser-Zikuda et al., 2003). Inoltre, tali studenti sono contenti di apprendere regolarmente e di risolvere i problemi in modo creativo (Pekrun et al., 2002). Una considerazione che emerge in modo costante dall'Indagine PISA 2006 è che gli studenti si divertono a imparare le scienze.

Gli indici relativi l'interesse per le scienze:

- Indicano la curiosità per le scienze e per le attività relative le scienze;
- Dimostrano il piacere nell'apprendere conoscenze e abilità scientifiche supplementari, utilizzando una varietà di risorse e metodi;
- Dimostrano il piacere nel raccogliere informazioni e nell'avere un interesse continuo per le scienze, prendendo in considerazione le carriere correlate alle scienze

A.2.2 Variabili del Livello scuola

6. *Indice Escs medio scuola*

Variabile continua

Si tratta del valore medio della scuola, calcolato a partire dai valori individuali dell'indice Escs degli studenti della scuola.

Come emerge dai risultati del terzo modello multilevel Piemonte, il primo in cui viene inserita tale variabile, l'aumento di una unità dell'indice Escs medio comporta un notevole aumento nei punteggi degli studenti (72 punti).

7. *Tipo scuola: Liceo*

Variabile dicotomica

Liceo = 1

Non Liceo = 0

La variabile indica la variazione di punteggio che si ottiene passando da un indirizzo di studi differente al Liceo.

Gli indirizzi di studio presenti nella base dati e selezionati per i modelli sono tre: Licei, Istituti tecnici, Istituti professionali. L'intercetta dei modelli, avendo inserito le variabili dicotomiche "Tipo scuola: Liceo" e "Tipo scuola: Professionale", è relativa alle performance degli studenti degli Istituti tecnici.

8. *Tipo scuola: Professionale*

Variabile dicotomica

Professionale = 1

No Professionale = 0

La variabile indica la variazione di punteggio che si ottiene passando da un indirizzo di studi differenti al Professionale.

Gli indirizzi di studio presenti nella base dati e selezionati per i modelli sono tre: Licei, Istituti tecnici, Istituti professionali. L'intercetta dei modelli, avendo inserito le variabili dicotomiche "Tipo scuola: Liceo" e "Tipo scuola: Professionale", è relativa alle performance degli studenti degli Istituti tecnici.

9. Dimensione della scuola (*Xschsize*):

Variabile continua, ricodificata secondo la sintassi dell'OECD.

Indica il numero di studenti iscritti nella scuola.

L'aumento di un'unità dell'indice comporta, in Piemonte, una variazione di positiva di 3 punti.

10. Ubicazione della scuola (*schol_loc*)

Variabile dicotomica

Scuola in città = 1

Scuola fuori città = 0

La variabile è stata ricodificata a partire dalle risposte alla domanda n. 7 del questionario scuole, si intendono *in città* le scuole nei centri urbani sopra i 100.000 abitanti e *fuori città* le scuole in centri urbani al di sotto delle 100.000 unità. In Piemonte le città con un numero di abitanti superiore a 100.000 sono Torino e Novara. Il passaggio di contesto (stato) in cui è inserita la scuola (da fuori città a in città) riduce le performance degli studenti.

11. Scuole con alto livello di competizione (*sc_comp*)

Variabile dicotomica

Scuole competitive = 1

Scuole non competitive = 0

La variabile è stata ricodificata a partire dalle risposte alla domanda n. 18 del questionario scuole, seguendo la sintassi dell'OECD. Si considerano competitive le scuole che hanno almeno un'altra scuola che, nell'area, compete per i loro gli studenti.

La variabile non è di chiara definizione. Innanzi tutto non è chiaro che cosa si intenda per "area": a meno di non adottare una definizione geografico-amministrativa (la provincia, il distretto scolastico), il bacino di studenti potenziali della scuola si differenzia da scuola a scuola in base a numerosi fattori, quali la tipologia di studenti che abitualmente sceglie un dato tipo di indirizzo, i tempi di percorrenza casa-scuola e le alternative sul territorio, l'esistenza di un servizio di trasporto pubblico, gli spostamenti casa-lavoro dei genitori, ecc. Poiché la definizione di area non è chiara, i dirigenti scolastici possono aver risposto avendo in mente un bacino di utenti potenziali non confrontabile. Inoltre non è chiaro di quali studenti sia stia parlando: degli studenti che frequentano il medesimo indirizzo o sotto-indirizzo di studi? Degli studenti totali dell'area? Anche questa dimensione è lasciata all'interpretazione del dirigente scolastico.

12. Tempo medio lezioni extra scolastiche (*tmxsl*)

Variabile continua

La variabile è stata ricodificata a partire dalle risposte alla domanda n. 31 del questionario studente, seguendo la sintassi dell'OECD. Indica il tempo speso (in ore) nel seguire lezioni al di fuori dell'orario scolastico (a scuola, a casa o in altro luogo) relative ai tre ambiti approfonditi dall'Indagine PISA, le scienze, la matematica e la lettura.

La variazione di punteggio data dall'aumento di una unità dell'indice *tmxsl* comporta una variazione negativa nelle performance degli studenti.



13. Tempo medio per studio e compiti (tms_c)

Variabile continua

La variabile è stata ricodificata a partire dalle risposte alla domanda n. 31 del questionario studente, seguendo la sintassi dell'OECD. Indica il tempo speso (in ore) per studiare o per fare i compiti (da soli) per le tre materie ambito di approfondimento in PISA, le scienze, la matematica e la lettura.

La variazione di punteggio data dall'aumento di una unità dell'indice tms_c comporta una variazione positiva nelle performance degli studenti.

14. Proporzione di insegnanti con abilitazione (propcert)

Variabile continua

La variabile è un indice presente nella base dati scuola PISA 2006. Indica la proporzione di insegnanti con abilitazione sul totale di insegnati della scuola.

La variazione di punteggio data dall'aumento di una unità dell'indice propcert comporta una variazione negativa delle performance degli studenti anche se non risulta significativa.

15. Ratio insegnanti/studenti (STRATIO)

Variabile continua

La variabile è un indice presente nella base dati scuola PISA 2006. Indica il numero medio di studenti per insegnante.

La variazione di punteggio data dall'aumento di una unità dell'indice STRATIO comporta una variazione negativa delle performance degli studenti anche se non risulta significativa.



A.3 Regressioni *stepwise* sui risultati in scienze nelle regioni italiane e straniere e modelli multilevel

di Luisa Donato (IRES Piemonte)

	B	ES	Sig
Piemonte			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	478,00	4,90	0,000
1. Indice di status socioeconomico culturale medio	49,63	1,65	0,000
2. Istituto professionale	-26,47	1,54	0,000
3. Interesse generale nell'apprendere le scienze	11,84	0,68	0,000
4. Tempo medio lezioni extra scolastiche	-27,36	0,92	0,000
5. Nativo	48,17	1,77	0,000
6. Dimensione della scuola	3,07	0,13	0,000
7. Divertimento nell'apprendere le scienze	10,05	0,63	0,000
8. Ubicazione scuola	-15,45	0,93	0,000
9. Tempo medio per studio e compiti	9,04	0,52	0,000
10. Ratio insegnante/studente	-3,55	0,28	0,000
11. Indice di status socioeconomico culturale individuale	6,54	0,50	0,000
12. Competizione tra scuole	8,31	1,11	0,000
13. Genere femminile	-5,34	0,85	0,000
14. Proporzione di insegnanti con abilitazione	-12,77	2,42	0,000
15. Liceo	-4,43	1,91	0,020
Veneto			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	455,64	18,41	0,000
1. Indice di status socioeconomico culturale medio	28,44	6,16	0,000
2. Tempo medio per studio e compiti	-30,57	3,22	0,000
3. Divertimento nell'apprendere le scienze	19,54	2,93	0,000
4. Istituto professionale	-33,29	6,87	0,000
5. Nativo	75,17	9,65	0,000
6. Genere femminile	-25,18	4,06	0,000
7. Tempo medio lezioni extra scolastiche	5,24	1,63	0,001
8. Interesse generale nell'apprendere le scienze	8,79	3,14	0,005
9. Competizione tra scuole	24,19	7,48	0,001
10. Ubicazione scuola	-11,97	4,78	0,012
11. Ratio insegnante/studente	2,19	1,03	0,033
12. Indice di status socioeconomico culturale individuale	0,01	0,51	0,696
13. Liceo	-0,09	-1,75	0,175
14. Dimensione della scuola	0,00	0,07	0,543
15. Proporzione di insegnanti con abilitazione	0,01	0,38	0,845
Friuli-Venezia Giulia			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	448,24	13,67	0,000
1. Tempo medio per studio e compiti	7,52	1,47	0,000
2. Divertimento nell'apprendere le scienze	16,87	2,72	0,000
3. Nativo	61,21	7,61	0,000
4. Istituto professionale	-36,43	6,83	0,000
5. Interesse generale nell'apprendere le scienze	13,17	2,86	0,000
6. Indice di status socioeconomico culturale medio	19,79	4,60	0,000
7. Genere femminile	-14,94	3,75	0,000
8. Tempo medio lezioni extra scolastiche	-9,89	2,64	0,000
9. Dimensione della scuola	1,10	0,52	0,036
10. Indice di status socioeconomico culturale individuale	0,05	1,72	0,712
11. Liceo	-0,04	-1,07	0,275
12. Ubicazione scuola	0,05	1,76	0,625
13. Competizione tra scuole	-0,01	-0,60	0,826
14. Proporzione di insegnanti con abilitazione	-0,01	-0,40	0,556
15. Ratio insegnante/studente	-0,05	-1,47	0,478

(continua)



(segue)

	B	ES	Sig
Comunità Fiamminga del Belgio			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	495,54	2,22	0,000
1. Tipo scuola: <i>vocational</i>	-74,82	0,70	0,000
2. Tipo scuola: <i>regular</i>	40,71	0,76	0,000
3. Divertimento nell'apprendere le scienze	14,11	0,33	0,000
4. Tempo medio lezioni extra scolastiche	-18,52	0,41	0,000
5. Nativo	46,03	1,07	0,000
6. Genere femminile	-14,81	0,98	0,000
7. Indice di status socioeconomico culturale medio	14,12	0,98	0,000
8. Ubicazione scuola	-13,09	0,77	0,000
9. Indice di status socioeconomico culturale individuale	5,15	0,31	0,000
10. Interesse generale nell'apprendere le scienze	4,59	0,32	0,000
11. Dimensione della scuola	1,47	0,09	0,000
12. Tempo medio per studio e compiti	3,22	0,31	0,000
13. Ratio insegnante/studente	-1,00	0,13	0,000
14. Proporzione di insegnanti con abilitazione	3,47	1,27	0,006
15. Competizione tra scuole	-0,003	-1,15	0,923
Catalogna			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	458,57	2,45	0,000
1. Indice di status socioeconomico culturale individuale	14,99	0,38	0,000
2. Divertimento nell'apprendere le scienze	26,67	0,46	0,000
3. Nativo	60,61	1,13	0,000
4. Indice di status socioeconomico culturale medio	23,61	0,95	0,000
5. Tempo medio lezioni extra scolastiche	-16,88	0,44	0,000
6. Genere femminile	-14,64	0,65	0,000
7. Interesse generale nell'apprendere le scienze	4,67	0,45	0,000
8. Dimensione della scuola	1,39	0,15	0,000
9. Tempo medio per studio e compiti	2,97	0,37	0,000
10. Competizione tra scuole	-2,36	0,93	0,011
11. Ratio insegnante/studente	0,01	0,98	0,128
Scozia			
(Costante) Performance in scienze PISA 2006	475,17	4,20	0,000
1. Divertimento nell'apprendere le scienze	26,79	0,54	0,000
2. Indice di status socioeconomico culturale individuale	28,44	0,54	0,000
3. Tempo medio lezioni extra scolastiche	-24,12	0,65	0,000
4. Indice di status socioeconomico culturale medio	30,42	1,47	0,000
5. Interesse generale nell'apprendere le scienze	15,26	0,51	0,000
6. Tempo medio per studio e compiti	8,15	0,44	0,000
7. Nativo	29,11	2,34	0,000
8. Dimensione della scuola	-2,24	0,18	0,000
9. Ratio insegnante/studente	3,10	0,32	0,000
10. Competizione tra scuole	-4,36	0,82	0,000
11. Ubicazione scuola	5,48	1,03	0,000
12. Genere femminile	1,99	0,75	0,008

Modello di analisi multilivello per il Veneto

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	533,41	462,13	460,67	452,52	473,18
Livello studenti					
Status socio economico e culturale individuale (escs)		3,05*	1,87*	1,88*	1,71*
Essere femmina (genere)		-15,21	-15,74	-15,61	-17,89
Essere italiano (nativo)		77,65	77,32	77,35	76,44
Interesse generale per le scienze (intscie)		9,88	9,74	9,65	9,25
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		17,88	17,75	18,04	18,55
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			68,49	45,28	39,08
Tipo di scuola: Liceo (liceo)				-0,94*	-15,22*
Tipo di scuola: Istituto professionale (profes)				-60,42	-31,09
Dimensione della scuola (xschsize)				3,57	0,13*
Ubicazione scuola (scho_loc)				-18,63*	-13,13*
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					17,88*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-32,21
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					6,22
<i>Ambito risorse umane</i>					
Proporzione di insegnanti con abilitazione (propcert)					-19,71*
Ratio insegnanti/studenti (stratio)					2,33*
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	4.224,20	3.554,76	3.555,67	3.558,18	3.564,11
Varianza a livello 2	3.317,02	2.466,11	1.390,65	753,86	188,02
Quote di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	43,98%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		25,65%	58,08%	77,27%	94,33%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole		15,85%	15,83%	15,77%	15,63%

* Non significativa (p_value < 0,05).

Modello di analisi multilivello per il Friuli-Venezia Giulia

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	530,90	491,58	487,60	485,05	464,04
Livello studenti					
Status socioeconomico e culturale individuale (escs)		4,67	3,28*	3,27*	3,24*
Essere femmina (genere)		-17,24	-17,77	-17,82	-18,53
Essere italiano (nativo)		50,51	51,25	51,95	52,37
Interesse generale per le scienze (intscie)		13,76	13,74	13,39	13,30
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		14,77	14,79	14,94	14,73
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			42,86	6,01*	-1,61*
Tipo di scuola: Liceo (liceo)				12,18*	9,02*
Tipo di scuola: Istituto professionale (profes)				-59,49	-41,08
Dimensione della scuola (xschsize)				2,64	2,05*
Ubicazione scuola (scho_loc)				-2,44*	11,83*
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					-6,26*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-8,22*
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					10,15
<i>Ambito risorse umane</i>					
Proporzione di insegnanti con abilitazione (propcert)					-22,91*
Ratio insegnanti/studenti (stratio)					-1,31*
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	4.554,55	3.997,01	4.000,81	4.003,34	4.005,32
Varianza a livello 2	2.552,84	1.763,15	1.230,20	639,47	445,77
Quote di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	35,91%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		30,93%	51,81%	74,95%	82,54%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole		12,24%	12,16%	12,10%	12,06%

* Non significativa (p_value < 0,05).

**Modello di analisi multilivello per il Comunità Fiamminga del Belgio**

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	532,46	492,63	474,64	476,81	495,60
Livello studenti					
Status socioeconomico e culturale individuale (escs)		13,34	12,07	5,43	5,51
Essere femmina (genere)		-11,14	-11,51	-12,17	-13,04
Essere nativo (nativo)		48,16	47,25	45,70	44,99
Interesse generale per le scienze (intscie)		12,39	12,28	4,96	4,81
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		14,36	14,30	13,99	13,90
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			82,05	27,14	16,05
Tipo di scuola: <i>regular</i> (regular)				42,06	40,74
Tipo di scuola: <i>vocational</i> (vocation)				-74,37	-73,73
Dimensione della scuola (xschsize)				2,01	1,60
Ubicazione scuola (scho_loc)				-16,01	-13,46
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					-0,70*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-17,92
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					3,15*
<i>Ambito risorse umane</i>					
Proporzione di insegnanti con abilitazione (propcert)					3,05*
Ratio insegnanti/studenti (stratio)					-1,17*
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	4.068,45	3.324,05	3.322,56	2.600,60	2.601,17
Varianza a livello 2	3.704,47	2.154,81	871,28	342,51	227,32
Quote di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	47,65%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		41,83%	76,48%	90,75%	93,86%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole		18,30%	18,33%	36,08%	36,06%

* Non significativa (p_value < 0,05).

Modello di analisi multilivello per la Catalogna

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	491,23	448,84	453,24	439,87	454,27
Livello studenti					
Status socioeconomico e culturale individuale (escs)		17,21	14,95	14,95	14,92
Essere femmina (genere)		-14,75	-14,66	-14,59	-14,64
Essere nativo (nativo)		63,44	62,32	62,43	61,22
Interesse generale per le scienze (intscie)		4,68*	5,13*	5,09*	5,03*
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		27,75	27,12	27,14	27,16
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			24,93	19,21	19,30
Dimensione della scuola (xschsize)				2,04*	1,50*
Ubicazione scuola (scho_loc)				-1,59*	0,33*
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					-2,18*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-16,60
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					2,50*
<i>Ambito risorse umane</i>					
Ratio insegnanti/studenti (stratio)				0,44*	
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	6.688,41	5.713,58	5.315,01	5.314,38	5.313,43
Varianza a livello 2	1.285,94	596,16	421,72	405,09	241,86
Quote di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	16,21%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		53,64%	67,21%	68,50%	81,19%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole		14,57%	20,53%	20,54%	20,56%

* Non significativa (p_value < 0,05).

Modello di analisi multilivello per la Scozia

Intercetta o valore atteso (pv1scie)	517,81	488,64	473,04	485,84	472,02
Livello studenti					
Status socioeconomico e culturale individuale (escs)		31,35	28,57	28,59	28,62
Essere femmina (genere)		2,75*	2,45*	2,46*	2,61*
Essere nativo (nativo)		27,00	29,22	28,97	28,82
Interesse generale per le scienze (intscie)		14,50	14,74	14,78	14,64
Divertimento nell'apprendere le scienze (joyscie)		27,25	27,08	26,96	26,95
Livello scuola					
<i>Ambito contesto scolastico</i>					
Status socioeconomico e culturale medio (escs_m)			52,12	55,52	31,90
Dimensione della scuola (xschsize)				-1,41*	-2,22*
Ubicazione scuola (scho_loc)				0,63*	4,36*
<i>Ambito competizione</i>					
Scuole con alto livello di competizione (sc_comp)					-3,86*
<i>Ambito risorse educative</i>					
Tempo medio lezioni extra scolastiche (tmxsl)					-23,82
Tempo medio per studio e compiti (tms_c)					8,47
<i>Ambito risorse umane</i>					
Ratio insegnanti/studenti (stratio)					3,08
Componenti casuali					
Varianza a livello 1	8.414,05	6.321,74	6.315,56	6.314,67	6.313,10
Varianza a livello 2	1.680,04	845,72	566,47	550,06	357,10
Quote di varianza attribuita alle scuole sul totale (ρ)	16,65%				
Proporzione di varianza spiegata tra scuole		49,66%	66,28%	67,26%	78,74%
Proporzione di varianza spiegata entro le scuole		24,87%	24,94%	24,95%	24,97%

* Non significativa (p_value < 0,05).



Glossario

Analisi multilevel

Tecnica di analisi che permette di tener conto della struttura gerarchica dei dati raccolti al fine di individuare il peso dei singoli fattori nell'influenzare la variabile dipendente, in questo caso il punteggio ottenuto al test PISA.

Deviazione standard

La deviazione standard è la radice quadrata della varianza e rappresenta una delle misure della dispersione.

Errore standard

L'errore standard misura la probabile entità dell'imprecisione che caratterizza una stima. È una misura di variabilità.

OECD

Organisation for Economic Cooperation and Development

PISA

Programme for International Student Assessment

Regressione

La regressione rappresenta un metodo di stima del valore atteso condizionato di una variabile dipendente dati i valori di altre variabili indipendenti.

Significatività

La significatività indica una bassa probabilità che le differenze osservate nel campione siano attribuite al caso (errore di primo tipo). Convenzionalmente si fa riferimento, come valore soglia, al livello di significatività del 5% ($p < 0.05$): ciò significa che la probabilità (P) che il risultato osservato si verifichi per caso è inferiore al 5%.

Varianza

La varianza è una misura di dispersione data dalla media dei quadrati degli scarti

